

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Field Device Integration (FDI) –
Part 3: FDI Server**

**Intégration des appareils de terrain (FDI) –
Partie 3: Serveur FDI**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Field Device Integration (FDI) –
Part 3: FDI Server**

**Intégration des appareils de terrain (FDI) –
Partie 3: Serveur FDI**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 25.040.40; 35.100

ISBN 978-2-8322-2639-1

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.
--

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions, abbreviated terms and acronyms	9
3.1 Terms and definitions.....	9
3.2 Abbreviated terms and acronyms	9
4 Overview	9
5 Information Model.....	10
5.1 General.....	10
5.2 Online/Offline.....	11
5.2.1 Overview	11
5.2.2 Transfer to device.....	11
5.2.3 Transfer from device.....	11
5.3 Access privileges	12
5.4 Private Parameters	12
5.5 Locking.....	12
5.6 EditContext.....	13
5.6.1 Concept and usage model	13
5.6.2 Services	14
5.6.3 NodeIds.....	15
5.6.4 Reading.....	15
5.6.5 Writing.....	15
5.6.6 Writing dominant and dependent Variables.....	16
5.6.7 Actions (EDD METHODS).....	16
5.6.8 UIDs	17
5.6.9 Synchronization	17
5.7 Reading	17
5.7.1 General	17
5.7.2 Reading offline variables	18
5.7.3 Reading online variables	19
5.8 Writing	20
5.8.1 General	20
5.8.2 Write offline variables	20
5.8.3 Writing online variables	21
5.8.4 Writing to an EditContext.....	23
5.9 Subscription.....	24
5.9.1 General	24
5.9.2 Subscription of offline variables	24
5.9.3 Subscription of online variables	25
5.10 Device topology	27
5.10.1 General	27
5.10.2 Connection Points	27
5.10.3 Topology management	28
5.10.4 Topology scanning.....	31
5.10.5 Use of SCAN function.....	32

5.10.6	Validation of defined topology.....	32
5.11	User Interface Elements.....	33
5.11.1	User Interface Descriptions.....	33
5.11.2	User Interface Plug-ins	34
5.12	Actions	34
5.12.1	FDI Server – FDI Client interaction	34
5.12.2	Action state machine	37
5.12.3	Actions Proxies.....	38
5.12.4	Actions, EDD Actions and Actions Proxies.....	39
6	OPC UA services.....	40
6.1	OPC UA profiles	40
6.2	Service error information.....	40
6.2.1	Overview	40
6.2.2	OPC UA services and their response	41
6.2.3	Mappings of EDDL response codes to OPC UA service response	41
6.3	Parameter value update during write service request	42
6.4	Localization	42
6.5	Audit events.....	43
7	Communication.....	43
7.1	Notation	43
7.2	General.....	43
7.2.1	Concepts	43
7.2.2	Terms	45
7.3	Communication Service processing.....	46
7.3.1	Communication Service invocation	46
7.3.2	Analyze communication path	46
7.3.3	Manage communication relations.....	47
7.3.4	Communication service request mapping.....	47
7.3.5	Communication service request propagation.....	48
7.3.6	Communication error handling	49
7.4	FDI Communication Server specific handling	49
7.4.1	Discovery	49
7.4.2	Information Model synchronization.....	50
8	Parallel Execution within the FDI Server	50
8.1	Motivation	50
8.2	Internal structure of the EDD interpreter.....	50
8.3	Rules for running an EDD entity.....	51
Annex A (informative)	FDI Server functional structure	52
A.1	FDI functional elements	52
A.2	FDI Server extension	53
Annex B (informative)	Access privileges and user roles	55
B.1	User roles and usage case.....	55
B.2	Private data usage	56
Annex C (informative)	Parallel execution within the FDI Server – Examples	57
C.1	Simple example for a synchronous execution.....	57
C.2	Example for a concurrent execution	57
C.3	Deadlock detection in concurrent execution	59
Bibliography		60

Figure 1 – FDI architecture diagram	8
Figure 2 – Locking services	13
Figure 3 – EditContext models	14
Figure 4 – EditContext for EDD Methods.....	17
Figure 5 – Offline variable read.....	18
Figure 6 – Online variable read	19
Figure 7 – Offline variable write immediate	21
Figure 8 – Online variable write immediate	22
Figure 9 – Write with EditContext.....	23
Figure 10 – Offline variable subscription	25
Figure 11 – Online variable subscription	26
Figure 12 – Topology with Network objects (non-normative)	27
Figure 13 – Add Device to topology	29
Figure 14 – Remove Device from topology.....	30
Figure 15 – Scan topology	31
Figure 16 – Action execution.....	36
Figure 17 – Action state machine	37
Figure 18 – System communication integration example	43
Figure 19 – FDI Communication Server integration example	44
Figure 20 – Gateway integration example	45
Figure 21 – Message propagation example scenario.....	48
Figure A.1 – Functional components of an FDI Server	52
Figure A.2 – FDI Server extensions	53
Figure B.1 – User roles and access privileges.....	55
Figure C.1 – Synchronous execution of two triggers.....	57
Figure C.2 – Concurrent execution of two triggers (step1).....	57
Figure C.3 – Concurrent execution of two triggers (step 2).....	58
Figure C.4 – Concurrent execution of two triggers (step 3).....	58
Figure C.5 – Concurrent execution of two triggers (step 4).....	58
Figure C.6 – Concurrent execution of two triggers.....	59
 Table 1 – Action states	 37
Table 2 – Action state transitions	38
Table 3 – EDD Action types and the EDD constructs that use them	39
Table 4 – OPC UA severity bits and EDDL response codes TYPE	41

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIELD DEVICE INTEGRATION (FDI) –

Part 3: FDI Server

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.

International Standard IEC 62769-3 has been prepared by subcommittee 65E: Devices and integration in enterprise systems, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

The text of this standard is based on the following documents:

CDV	Report on voting
65E/346/CDV	65E/423/RVC

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 62769 series, published under the general title *Field Device Integration (FDI)*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of patents concerning

- a) method for the Supplying and Installation of Device-Specific Functionalities, see Patent Family DE10357276;
- b) method and device for accessing a functional module of automation system, see Patent Family EP2182418;
- c) methods and apparatus to reduce memory requirements for process control system software applications, see Patent Family US2013232186;
- d) extensible device object model, see Patent Family US12/893,680.

IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of this patent right.

The holders of these patent rights have assured the IEC that he/she is willing to negotiate licences either free of charge or under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holder of this patent right is registered with IEC. Information may be obtained from:

- a) ABB Research Ltd
Claes Ryttoft
Affolterstrasse 4
Zurich, 8050
Switzerland
- b) Phoenix Contact GmbH & Co KG
Intellectual Property, Licenses & Standards
Flachsmarktstrasse 8, 32825 Blomberg
Germany
- c) Fisher Controls International LLC
John Dilger, Emerson Process Management LLLP
301 S. 1st Avenue, Marshalltown, Iowa 50158
USA
- d) Rockwell Automation Technologies, Inc.
1 Allen-Bradley Drive
Mayfield Heights, Ohio 44124
USA

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights other than those identified above. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

ISO (www.iso.org/patents) and IEC (<http://patents.iec.ch>) maintain on-line data bases of patents relevant to their standards. Users are encouraged to consult the data bases for the most up to date information concerning patents.

FIELD DEVICE INTEGRATION (FDI) –

Part 3: FDI Server

1 Scope

This part of IEC 62769 specifies the FDI Server. The overall FDI architecture is illustrated in Figure 1. The architectural components that are within the scope of this document have been highlighted in this figure.

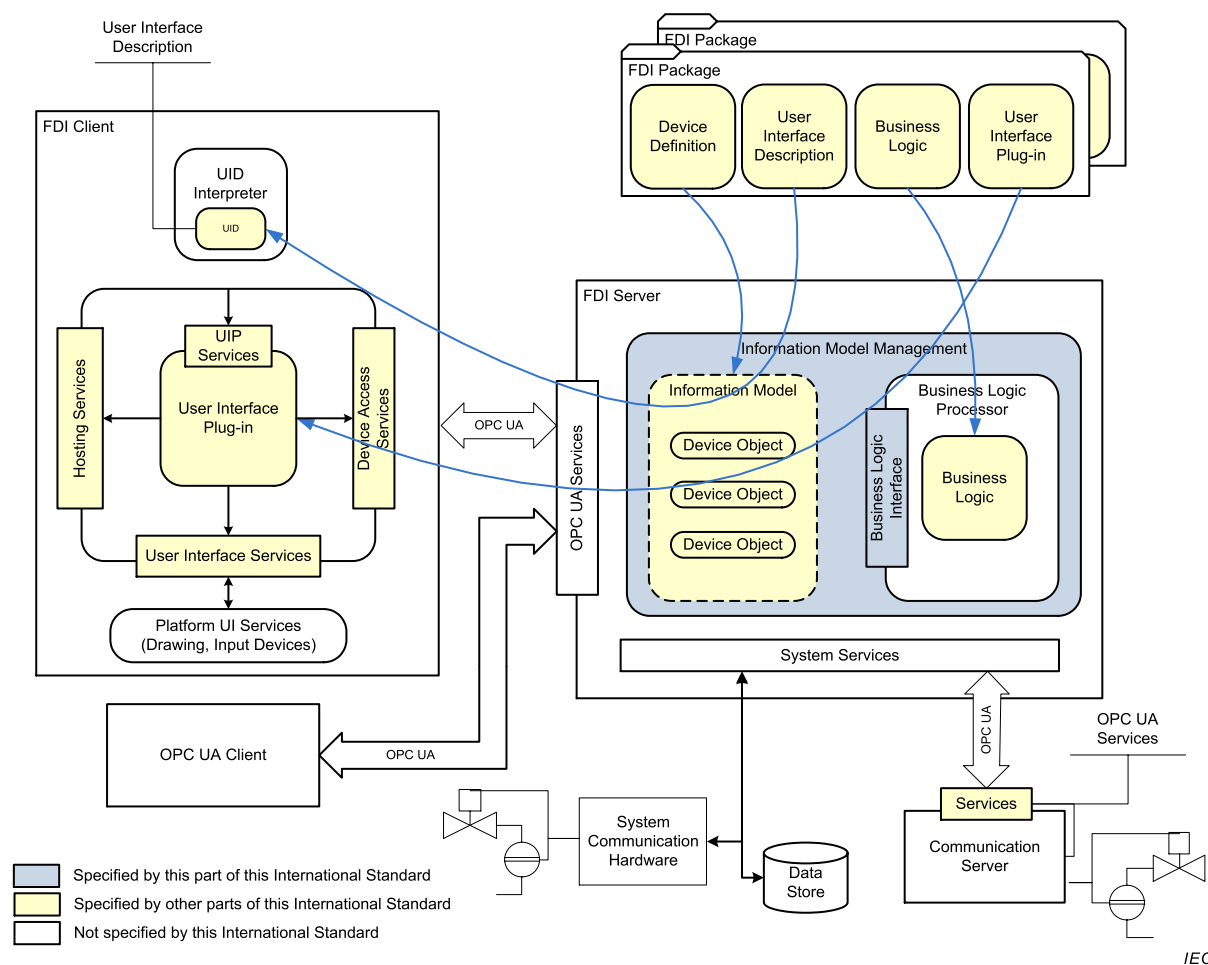


Figure 1 – FDI architecture diagram

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 61804 (all parts), *Function blocks (FB) for process control and Electronic Device Description Language (EDDL)*

IEC 61804-3¹, *Function block (FB) for process control and Electronic Device Description Language (EDDL) – Part 3: EDDL syntax and semantics*

IEC 61804-4², *Function blocks (FB) for process control and Electronic Device Description Language (EDDL) – Part 4: EDD interpretation*

IEC 62541 (all parts), *OPC unified architecture*

IEC 62541-4, *OPC unified architecture –Part 4: Services*

IEC 62541-7, *OPC unified architecture – Part 7: Profiles*

IEC 62769-1, *Field Device Integration – Part 1: Overview*

NOTE IEC 62769-1 is technically identical to FDI-2021.

IEC 62769-2, *Field Device Integration – Part 2: FDI Client*

NOTE IEC 62769-2 is technically identical to FDI-2022.

IEC 62769-4, *Field Device Integration – Part 4: FDI Packages*

NOTE IEC 62769-4 is technically identical to FDI-2024.

IEC 62769-5, *Field Device Integration – Part 5: FDI Information Model*

NOTE IEC 62769-5 is technically identical to FDI-2025.

IEC 62769-7, *Field Device Integration – Part 7: FDI Communication Devices*

NOTE IEC 62769-7 is technically identical to FDI-2027.

3 Terms, definitions, abbreviated terms and acronyms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62769-1 as well as the following apply.

3.1.1

Actions Proxy

internal FDI Server entity that encapsulates all the EDD Methods specified in an EDD Action definition

3.2 Abbreviated terms and acronyms

For the purposes of this document, the abbreviated terms and acronyms given in IEC 62769-1 apply.

4 Overview

The structure for an FDI Server is shown in Figure 1.

¹ To be published.

² To be published.

FDI Servers that support connectivity with third-party FDI Clients shall support OPC UA. A vendor can provide both an FDI Server and one or more FDI Clients. In this case, the FDI Clients can communicate with the FDI Server through proprietary protocols.

An FDI Server communicates with devices via Native Communication (see 7.2.1) and/or Communication Devices (see IEC 62769-7).

An FDI Server provides information to FDI Clients through an Information Model (see IEC 62769-5) as follows.

- The Information Model includes information about Device Types and Device Instances. The information for a Device Instance includes offline data (engineering data), as well as online data (values from the physical device).
- The Information Model is created using information from FDI Packages. However, not all of the information in an FDI Package is reflected in the Information Model.
- Referential integrity of the Information Model is maintained using information from FDI Packages.
- FDI Packages can contain Attachments that contain device manuals and protocol specific information (see IEC 62769-4). Those Attachments, including device manuals and protocol specific support files, are exposed via the Information Model.
- FDI Device Packages contain information about device types (see IEC 62769-4). Each device type defined in a package is mapped to a distinct DeviceType node in the Information Model.
- FDI Profile Packages are used to provide interaction with devices for which an FDI Device Package does not exist (see IEC 62769-4).
- Multiple revisions of an FDI Package generate distinct DeviceType nodes in the Information Model (see IEC 62769-4).

FDI Packages contain digital signatures that allow an FDI Server to authenticate their contents (see IEC 62769-4). An FDI Server shall not use an FDI Package if the digital signature provided by the FDI Package is invalid.

An FDI Server shall verify the FDI Technology Version (see IEC 62769-1) of any FDI Package it uses to ensure the FDI Package is compatible with the FDI Server.

5 Information Model

5.1 General

The FDI Server shall use the Device Definition of an FDI Package to maintain the Information Model.

The Device Definition can contain conditional expressions. Conditional expressions are used when a certain aspect of the Device Definition is not static but rather is dependent on the state of the device. Whenever the online or offline values of a Device Instance are modified, the FDI Server shall re-evaluate the relevant conditional expressions and modify the Information Model accordingly.

The evaluation of conditional expressions can invalidate variables in the Information Model. The FDI Server shall change the AccessLevel attribute of invalidated variables such that they are neither readable nor writable and the status of these variables shall be set to bad. Read and write service requests for invalidated variables shall return a failure.

The Device Definition can specify relationships between variables in a device. These relationships can impact the value of variables in the Information Model.

The FDI Server shall generate DataChange Notifications to any FDI Clients that are subscribing to Information Model elements that have changed.

FDI Packages provide Business Logic that is used by the FDI Server to maintain the integrity of the Information Model. The Business Logic specified in an FDI Package can invoke built-in functions that shall be implemented by the FDI Server. The built-in functions that shall be implemented by the FDI Server are specified in IEC 61804.

5.2 Online/Offline

5.2.1 Overview

The Information Model maintained by the FDI Server contains online and offline values. The online values reflect values in a physical component/device. The offline values reflect values stored in a configuration database.

The offline values are updated through write service requests from an FDI Client or Business Logic executed by the FDI Server. The offline values are not updated when the FDI Server reads data from the device or writes data to the device.

The online values in the Information Model are not updated through write service requests. Successful write service requests through the Information Model result in value changes in the physical devices. The online values in the Information Model will then be updated as a result of read service requests or subscriptions.

FDI Servers can provide a server-specific mechanism for creating Device Instances without the presence of physical hardware. The FDI Server creates these instances using information in FDI Packages. All read/write requests for online values for Device Instances with no physical device shall return an error.

The transfer of information between the offline values and the physical device is supported through the TransferToDevice and TransferFromDevice methods in the Information Model. These Methods shall implement the download and upload procedures, respectively, as specified in IEC 61804-4. When no implementation is provided based on IEC 61804-4, then these Methods shall return Bad_NotSupported, as per IEC 62541-4.

The Device shall have been locked prior to invoking these methods, as specified in IEC 62769-5.

5.2.2 Transfer to device

The TransferToDevice method shall implement the download procedure as specified in IEC 61804-4. This transfers the offline values to the physical device.

As a general rule, the FDI Server should not change the Online variable node when writing a value to the device. The Online variable node should be updated only in the process of read operations or subscriptions. Notwithstanding, as specified in IEC 62769-5, the FDI Server will reset any cached Value for the target Nodes in the Information Model so that they will be re-read next time they are requested.

The status information returned for each variable included in the write service request is used to compose the TransferResult, as specified in IEC 62769-5.

5.2.3 Transfer from device

The TransferFromDevice method shall implement the upload procedure as specified in IEC 61804-4. This transfers the values from the physical device to the offline values.

If any read operations from the device fail during upload, the corresponding offline value shall not be modified.

The status information returned for each variable included in the read service request is used to compose the TransferResult, as specified in IEC 62769-5.

5.3 Access privileges

Systems implement security and access policies based on a number of characteristics such as user role and plant area. FDI Servers use these policies, along with information in FDI Packages, to determine the access privileges granted to the user.

The elements of an FDI Package can be associated with one or more usage attributes. The FDI Server uses these attributes to set the UserAccessLevel attribute of Variables and the UserExecutable attribute of Methods. The usage attributes in an FDI Package are simply hints to be used by the FDI Server, i.e., they may be disregarded or overridden by the FDI Server. See also Annex B.

5.4 Private Parameters

The Parameters and Actions specified in an FDI Package may be declared private. Private Parameters and Actions shall not be browsable; they shall only be accessible through references from other elements of an FDI Package.

More specifically, the FDI Server shall support private Parameters and Actions as follows.

- The FDI Server shall create nodes in the Information Model for the private Parameters and Actions.
- The FDI Server shall not include information about private Parameters and Actions in a response to a Browse, BrowseNext, QueryFirst, or QueryNext service request.
- The FDI Server shall return the NodeIds of private Parameters and Actions when the name of a private Parameter or Action is passed to TranslateBrowsePathsToNodeIds.
- The FDI Server shall process a read/write service request for a private Parameter in the same way as it does for public (browsable) Parameters (see 5.7 and 5.8).
- The FDI Server shall execute private Actions in the same way as it does public (browsable) Actions (see 5.12).

An example of private parameters is parameters that should only be modified through an Action. These parameters should not be visible to FDI Clients to prevent direct access. FDI Clients invoke Actions to access these private parameters.

5.5 Locking

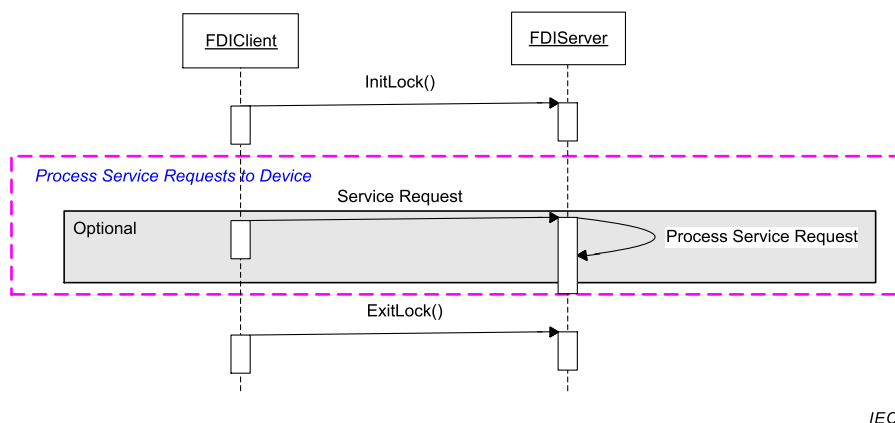
The FDI Server provides locking services to grant FDI Clients exclusive access to Device and Network elements in the Information Model. The locking services consist of a set of Methods and status information. The methods, and their behavior, are specified in IEC 62769-5.

The following behavior shall be implemented by the FDI Server to support locks.

- Locking applies to both online and offline nodes.
- Once locked by one FDI Client, any attempt to write to a Parameter or to execute an Action by another FDI Client shall be rejected.
- Locking is not required for read services.
- Parameters that are locked by one FDI Client can still be read by other FDI Clients, i.e., read requests on a Parameter that is locked are not rejected.

Internal use of the locking mechanism for maintaining the Information Model integrity is FDI Server vendor specific.

Figure 2 illustrates a locking sequence with multiple service invocations during the locked state.



IEC

Figure 2 – Locking services

A service request that requires locking shall fail either partially or completely if no lock has been acquired by the FDI Client via `InitLock` prior to requesting the service. The FDI Client has to release the lock via `ExitLock` after all service requests have been completed.

NOTE A write operation will partially fail, i.e., it will return a status code for each variable in the set of variables to be written since some may belong to devices that are locked and some to devices that are not locked.

FDI Servers may queue `InitLock` requests until a service for which a lock has been created completes and the lock has been released. However, such an optimization is not part of the standard behavior required of an FDI Server.

5.6 EditContext

5.6.1 Concept and usage model

The FDI Server provides the `EditContext` model to interact with Clients during their editing task. The concept is closely related to UIDs and fulfills the needs for Server-driven UI dialogs based on EDDL rules.

An `EditContext` can be used to make changes to Variable Values visible to the Server without applying them to the online or offline representation of a Device. The Server will apply business logic associated to the edited Variable which – in some cases – causes changes to other Variable Values (e.g. if an engineering unit is changed) or the UID (e.g. a Variable becomes invisible). Thus the Client can use an `EditContext` to modify (edit) Parameters like engineering units, ranges and more, verify any side effects, and re-adjust the settings before applying the changes.

An FDI Server may implement different `EditContext` strategies:

- A single `EditContext` instance for all dialogues of an FDI Client.
- Multiple `EditContext` instances.
- Hierarchical `EditContext` instances.

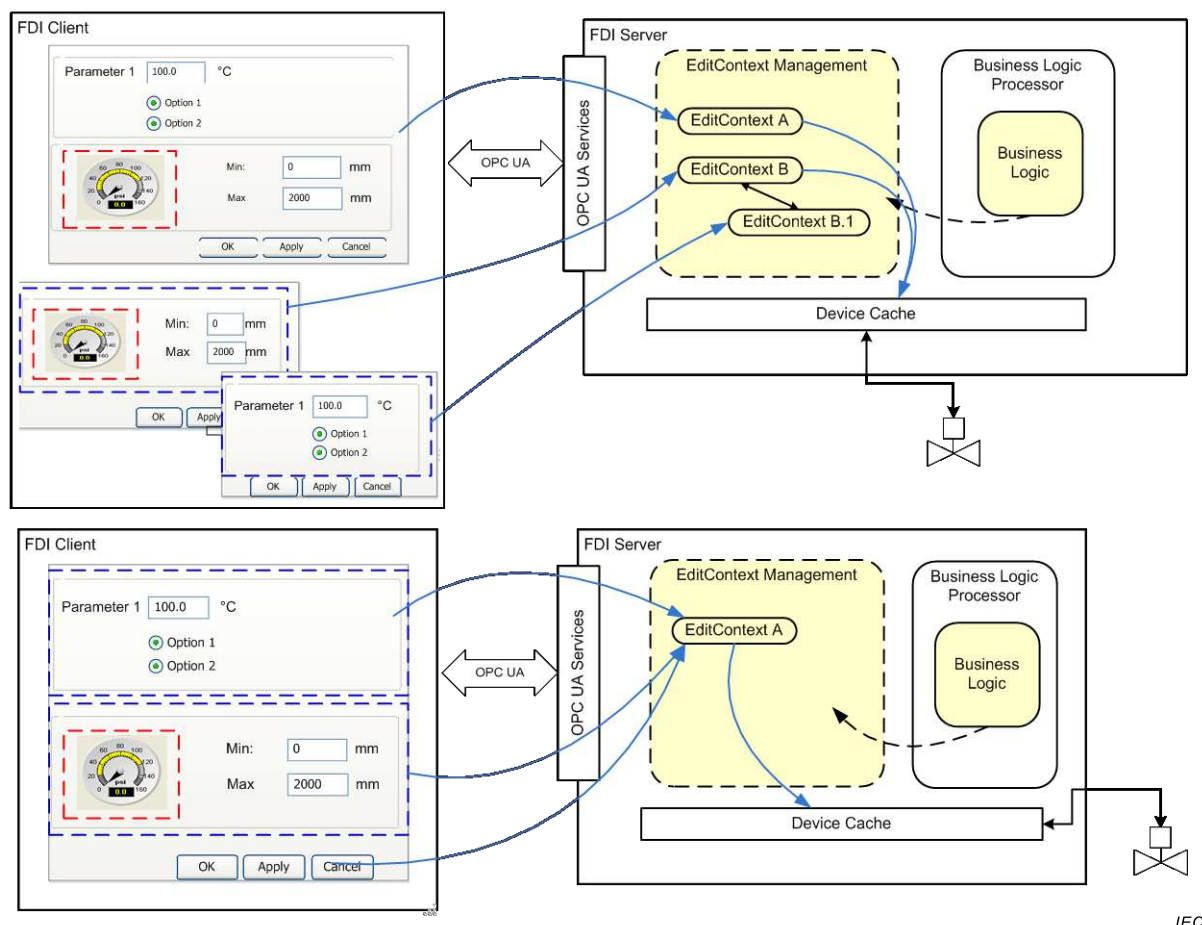


Figure 3 – EditContext models

Figure 3 shows two possible Server strategies and how the Client can adapt. In the lower scenario the Server provides a single EditContext instance for all dialogs. Here, the Client groups all dialogs and exposes a single set of buttons to Apply and Cancel, because it always concerns all edits.

In the upper scenario, the Server provides multiple EditContext instances, one of them as child of another one. Each instance can be addressed separately. If the changes in a child instance are applied, they are transferred to the parent. If the changes in a root instance are applied, they are transferred to the Device.

Parent-child dependencies:

- A change for a Variable in the parent overwrites an edited Value for the same Variable in the Client.
- The parent cannot be discarded before the child is discarded but the edited Values in the parent instance can be applied or reset.

5.6.2 Services

A set of Services is provided to the FDI Client to maintain EditContext instances (see IEC 62769-5 for a detailed description of these Services):

- GetContext – This Service is used to request an EditContext instance. The Client specifies certain characteristics for the Server to decide which EditContext instance to return. Depending on its internal strategy, the Server returns the same instance or new instances.

- **RegisterNodes** – The FDI Client has to register all Nodes of the Information Model that shall be maintained in an EditContext. It is possible to register Nodes of the online and of the offline representation of a Device. The result is new NodeIds that the Client shall use when calling Services to read, write, subscribe to Variables or to invoke Actions.
- **Apply** – Transfer the modified (edited) Variable Values to the parent (either a parent EditContext instance or the Device). If the same Variable has been edited in the parent instance it will be overwritten with a call of the Apply Service for the child.
- **Reset** – Clears all modifications. A Reset of already applied modifications is not possible.
- **Discard** – Deletes an EditContext instance (and its children). Edited Values that have not been applied are discarded. Once deleted, all registered NodeIds will be invalid. If such NodeIds are still subscribed, the Client is notified with proper StatusCodes.

The Client first calls GetEditContext to acquire an EditContext instance. It will then register the Nodes it wants to be part of it. The registration returns new NodeIds which can then be used for reading, writing or subscribing Variables and for calling Methods.

The Client can call GetEditContext multiple times, for instance when it opens an additional edit window or for a completely separate dialog (diagnosis in parallel to configuration). It is up to the Server strategy whether it returns a new instance or the same instance. The Client is expected to adapt its user interface to the EditContext strategy of the Server. See Figure 3 for how Clients may position the Apply and Cancel buttons so that the User clearly understands which changes s/he applies or discards.

5.6.3 NodeIds

RegisterNode returns two NodeIds for each registered Node: a ContextNodeId and a DeviceNodeId. The Client uses these NodeIds when calling OPC UA Services to read, write and subscribe or call a Method.

Using the ContextNodeId addresses the Value in the EditContext instance. Using the DeviceNodeId addresses the Value in the Device.

5.6.4 Reading

Reading or subscribing a Variable with the ContextNodeId will return the edited Value from the EditContext instance. If no edited Value exists, the Value from the parent instance or the Device (online or offline) will be returned.

The StatusCode indicates whether the Value originates from the Device (StatusCode Good defined in IEC 62541) or from an EditContext instance (StatusCode Good_Edited defined in IEC 62769-5).

Reading or subscribing a Variable with the DeviceNodeId will return the Value from the Device (online or offline).

5.6.5 Writing

Writing to a Variable with the ContextNodeId modifies the Value in the EditContext instance.

Writing to a Variable with the DeviceNodeId modifies the Value in the Device (online or offline). Any edited Values for this Variable in the addressed EditContext instance or its parents will be reset.

5.6.6 Writing dominant and dependent Variables

Dependencies between dominant and dependent Variables are only evaluated when writing to the online Device, not in the EditContext. The following rules support FDI Clients when working with such Variables in the EditContext:

a) Change to the dominant Variable:

1) A change is made in Online EditContext:

- The Client monitoring Variables in the EditContext will get
 - Good_Edited for dominant Variable
 - Uncertain_DominantValueChanged for dependent Variable.
- If dependent and dominant Variables have been modified in EditContext they all shall have status Good_Edited.
 - It is recommended to disallow writes to dependent Variables until after the dominant Variable is applied to the Device.

2) A change is made in Online EditContext and then to the online Device before the change in the EditContext is applied.

- The Value in the EditContext will be cleared.
- The Client monitoring the dominant value and any dependent Variables in the EditContext will get the StatusCode “Good” with no sub-status.

3) Offline is the same as Online except as follows:

- The dependent Variables will remain writable before the dominant Variable is applied to the Device.

b) Change to a dependent Variable:

1) A change is made in Online EditContext:

- The Client monitoring Variables in the EditContext will get
 - Good_Edited for the changed dependent Variable
 - Good_DependentValueChanged for the dominant Variable.
- If dependent and dominant Variables have been modified in EditContext they all shall have status Good_Edited.
 - It is recommended to disallow writes to the dominant Variable until after the dependent Variable is applied to the Device.

2) A dependent Variable is changed in the Online Device before the change in the EditContext is applied

- The Value in the EditContext will be cleared.
- The Client monitoring Variables in the EditContext will get
 - Good for the cleared dependent Variable and for the dominant Variable.

3) The dominant Variable is changed in the Online Device before the change of the dependent Variable in the EditContext is applied

- The Value of the dependent Variable in the EditContext will be cleared.
- The Client monitoring the dominant value and any dependent Variables in the EditContext will get the StatusCode “Good” with no sub-status.

4) Offline is the same as Online except as follows:

- Dominant and dependent Variables are individually writable

5.6.7 Actions (EDD METHODS)

Before invoking Actions, the Client has to register the ActionSet Node of the Device. The NodeId of this Node has to be specified when calling InvokeAction.

Calling `InvokeAction` with the `ContextNodeId` of the `ActionSet` Node associates it with the proper `EditContext` instance. The Server will implicitly create an `EditContext` instance for the invoked Action. This is illustrated in Figure 4.

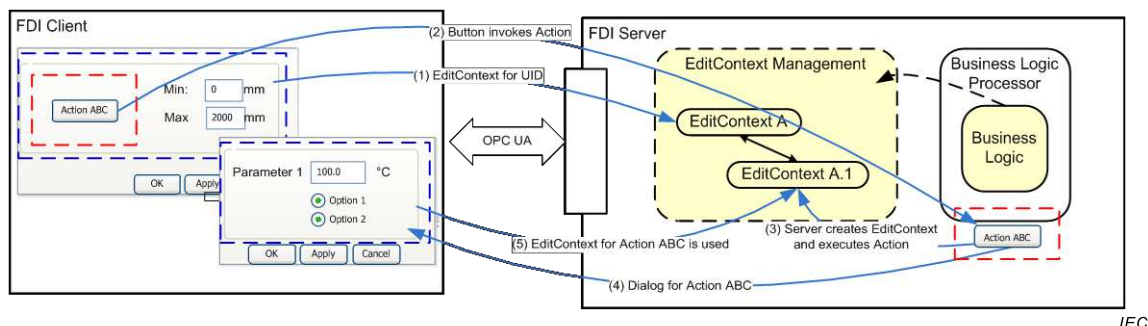


Figure 4 – EditContext for EDD Methods

The EDD METHOD represented by the Action uses builtins to modify Values in the `EditContext` or the Device, to synchronize changes with the underlying cache or to discard them.

If the Action execution fails, the `EditContext` for the Action is discarded.

5.6.8 UIDs

The UID Interpreter in the Client calls `GetEditContext` before it calls up a top-level UID. Additional `EditContexts` for dialogs may be instantiated by the Server and passed to the Client inside each UID document. See IEC 62769-2 for the UID Schema and the handling of an `EditContext` in the UID Interpreter.

5.6.9 Synchronization

A Lock has to be created before the first Value is written to an `EditContext`.

Locking is also required when writing directly to the Device.

5.7 Reading

5.7.1 General

The Read service specified in IEC 62541-4 can be used to read a single value or multiple values from a single device or multiple devices. If a Read service request specifies multiple values are to be read, the values are read in the order they appear in the service request.

All values that are returned to the FDI Client as result of a Read service request shall be unscaled.

A failure encountered while reading a single value shall not abort the read process; all values shall be read. Each value returned contains a status indicating success or failure. Standard OPC UA service status information is returned by the FDI Server as a result of the service calls as specified in 6.2.

An FDI Package can define read actions that are executed by the FDI Server during read service requests. These actions shall not require user interaction; they are strictly intended to be used for Business Logic processing. Any read action that eventually requires user interaction will not perform the built-in but will return an error if possible. The following read actions may be defined in an FDI Package:

- Pre-read Actions
- Post-read Actions

The FDI Server invokes pre-read and post-read actions during the processing of read service requests of online values only; they are not invoked when reading offline values.

In addition to read actions, an FDI Package can define refresh actions that are executed by the FDI Server during read service requests. These actions shall not require user interaction; they are strictly intended to be used for Business Logic processing. Any refresh action that eventually requires user interaction will not perform the built-in but will return an error if possible.

The FDI Server invokes refresh actions during the processing of read service requests of both offline and online values.

The refresh actions mentioned in 5.7.1 are not to be mixed up with refresh relations.

NOTE Refresh actions are defined by means of the EDDL REFRESH_ACTIONS construct inside an EDDL VARIABLE construct. On the other hand, refresh relations are defined by means of the EDDL REFRESH construct. The handling of refresh relations is included in the generic event “Process Conditionals/Relations” that appear in the sequence diagrams for read, write and subscription services. The explanations that follow the diagrams include refresh relations in the general term “EDDL relations”. See IEC 61804-3 for more details on both refresh actions and refresh relations.

5.7.2 Reading offline variables

The sequence diagram in Figure 5 shows the behavior of the FDI Server when an offline value is read.

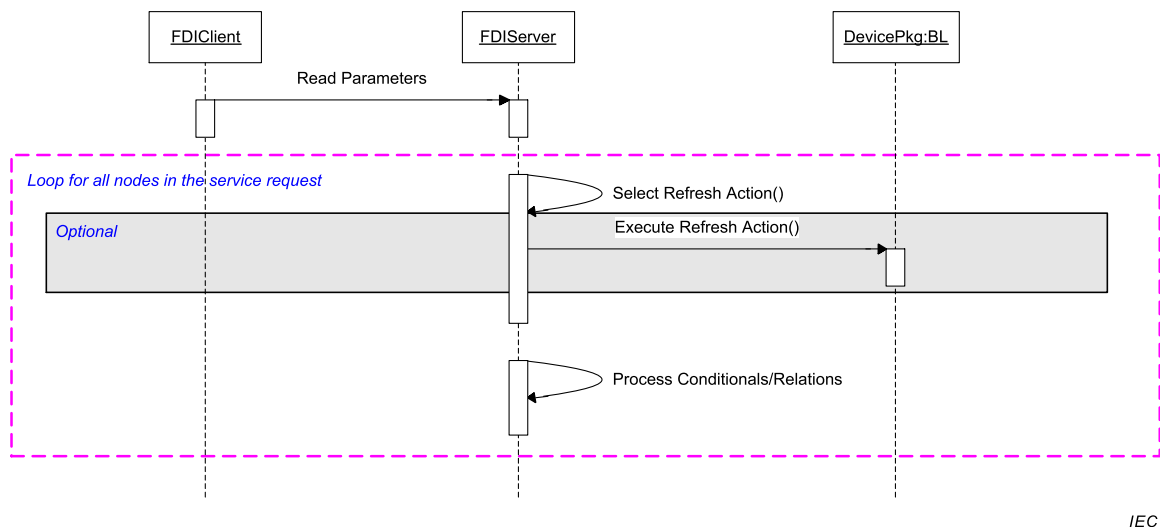


Figure 5 – Offline variable read

If a variable has refresh actions associated with it, the FDI Server always executes those actions regardless of MaxAge.

If the refresh actions fail, the status returned for that variable shall indicate the read failed.

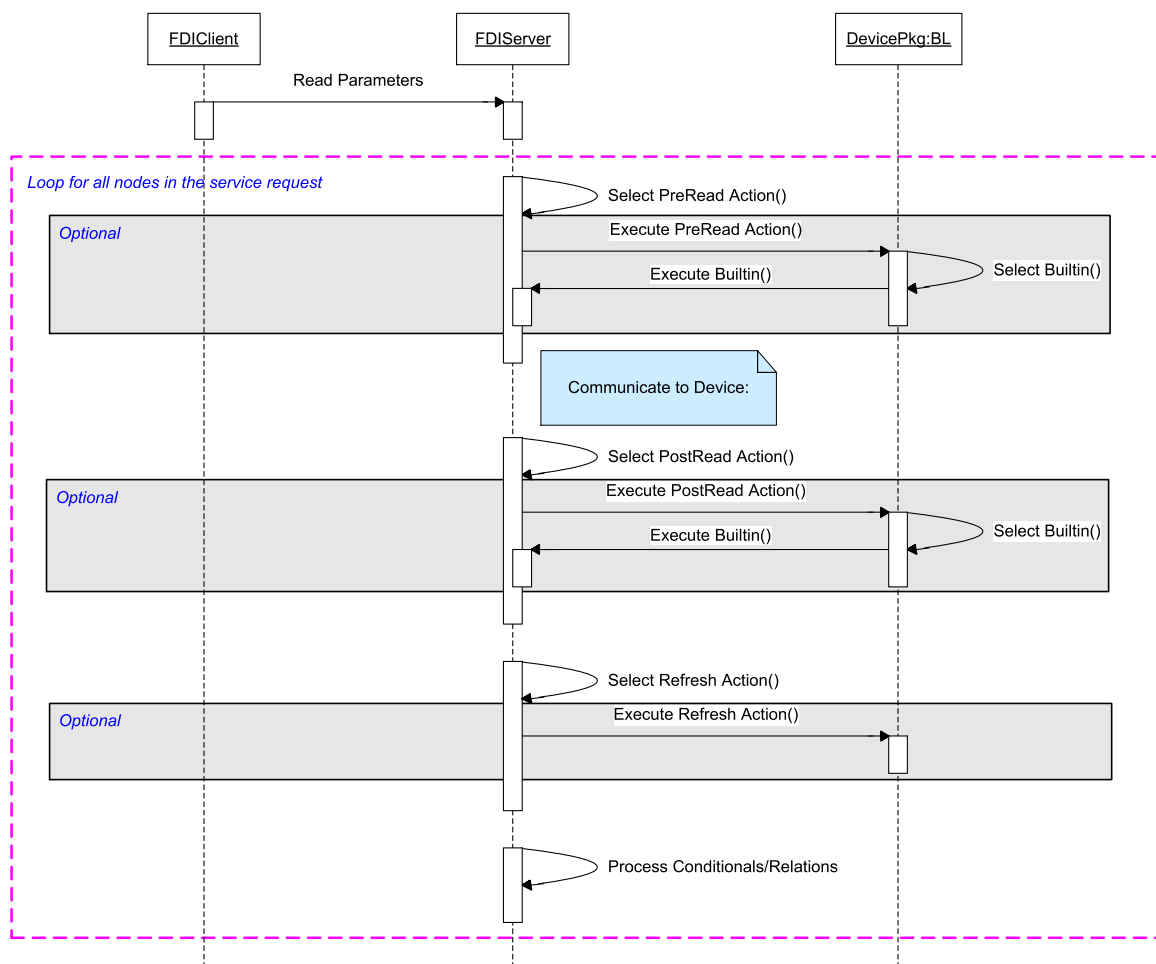
The FDI Server evaluates conditionals and relations after the refresh actions are executed. This provides an opportunity for the re-evaluation of conditional expressions in EDDL Business Logic and the processing of EDDL relations.

5.7.3 Reading online variables

The FDI Server can cache the online values read from a device. The FDI Server maintains a timestamp for each online value that indicates when the value was read from the device. The FDI Server uses the MaxAge argument of a Read service request to determine whether the cached value can be returned. If the difference between the timestamp and the current time exceeds the MaxAge argument the FDI Server shall read the value from the device. Otherwise, the cached value can be returned.

Read actions are only executed when the variable is read from the device. Read actions are not executed when cached values are returned.

The sequence diagram in Figure 6 shows the behavior of the FDI Server when an online value is read.



IEC

Figure 6 – Online variable read

If a variable has pre-read actions associated with it, these actions are executed prior to reading the variable from the device. If a variable has post-read actions associated with it, these actions are executed after reading the variable from the device. If the pre-read or post-read actions fail, the status returned for that variable shall indicate the read failed.

If a variable has refresh actions associated with it, these actions are handled as in the offline variable read case (see 5.7.2).

The FDI Server evaluates conditionals and relations after post-read actions are executed. This provides an opportunity for the re-evaluation of conditional expressions in EDDL Business Logic and the processing of EDDL relations.

5.8 Writing

5.8.1 General

The Write service specified in IEC 62541-4 can be used to write a single value or multiple values to a single device or multiple devices. If a Write service request specifies multiple values are to be written, the values are written in the order they appear in the service request.

A failure encountered while writing a single value shall not abort the write process; all values shall be written. A status is returned indicating success or failure of each value included in the service request. Standard OPC UA service status information is returned by the FDI Server as a result of the service calls as specified in 6.2.

Unlike the read operation, write failures when multiple variables are specified may leave the device in an indeterminate state with some variables modified and others left unmodified. It is up to the FDI Client to handle partial failures.

FDI Clients need to lock the device for exclusive access prior to writing. The lock request may be issued immediately before the write service request or it may be issued independently across multiple write service requests (see 5.5).

The FDI Server performs data validation during write service requests of online and offline values.

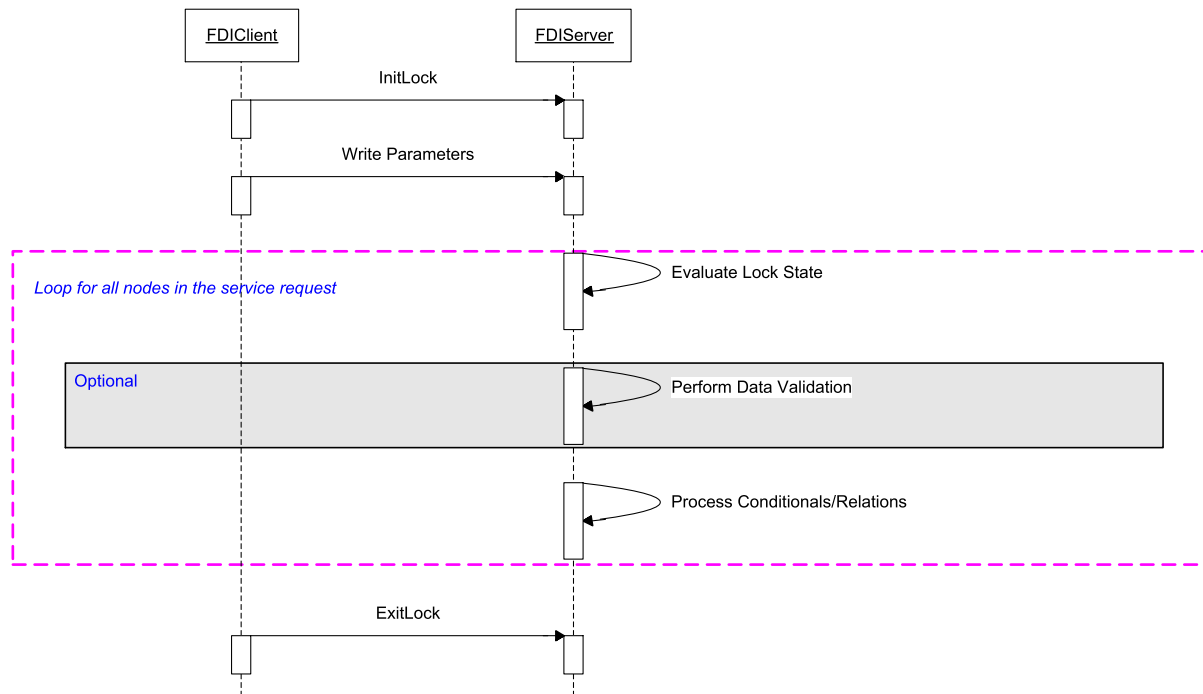
An FDI Package can define write actions that are executed by the FDI Server during write service requests. These actions shall not require user interaction; they are strictly intended to be used for Business Logic processing. Any write action that eventually requires user interaction will not perform the built-in but will return an error if possible. The following write actions may be defined in an FDI Package:

- Pre-write Actions
- Post-write Actions

The FDI Server invokes those actions during the processing of write service requests of online values only; they are not invoked when writing offline values.

5.8.2 Write offline variables

The sequence diagram in Figure 7 shows the behavior of the FDI Server when an offline value is written.



IEC

Figure 7 – Offline variable write immediate

As a starting point for writing a variable, the FDI Server verifies if the device is locked by the FDI Client. If it is not locked, the status returned for that variable shall indicate the write failed.

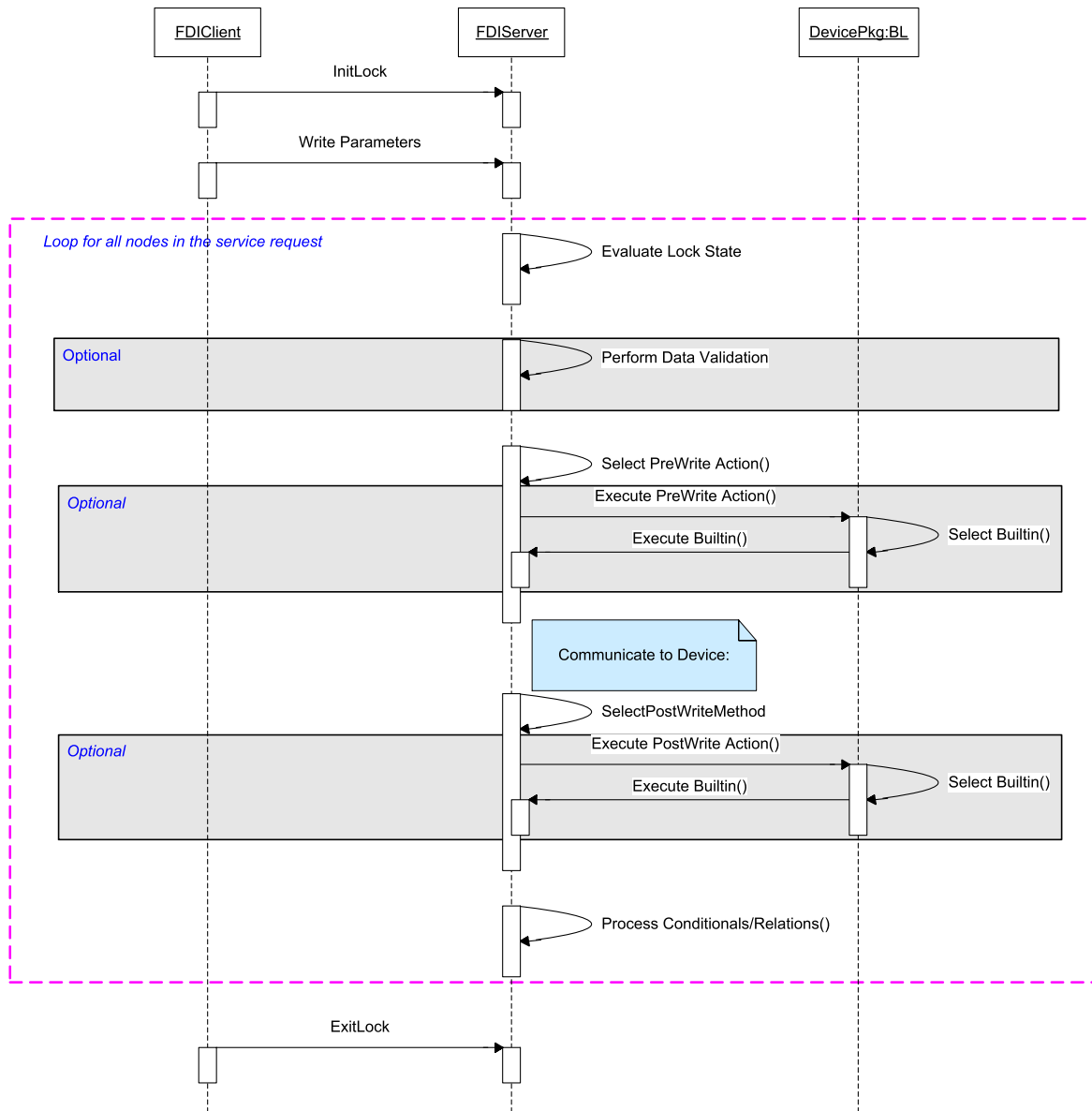
If the device is locked by the FDI Client, the FDI Server performs data validation. The validation consists basically of range and type check based on EDDL information. If the type validation fails, the status returned for that variable shall indicate the write failed. If the range validation fails, the status returned for that variable shall indicate the write succeeded but the status information of the variable value in the Information Model shall indicate that it is bad, out-of-range.

If the validation process succeeds, the FDI Server writes to the offline value of the variable in the Information Model.

After writing the variable value, the FDI Server evaluates conditionals and relations. This provides an opportunity for the re-evaluation of conditional expressions in EDDL Business Logic and the processing of EDDL relations.

5.8.3 Writing online variables

The sequence diagram in Figure 8 shows the behavior of the FDI Server when an online value is written.



IEC

Figure 8 – Online variable write immediate

When writing an online variable, the FDI Server verifies if the device is locked by the FDI Client and performs data validation as described in 5.8.2.

If the validation process succeeds, the FDI Server writes the variable to the physical device.

If a variable has pre-write actions associated with it, these actions are executed prior to writing the variable to the device. If the pre-write actions fail, the status returned for the variable shall indicate the write failed.

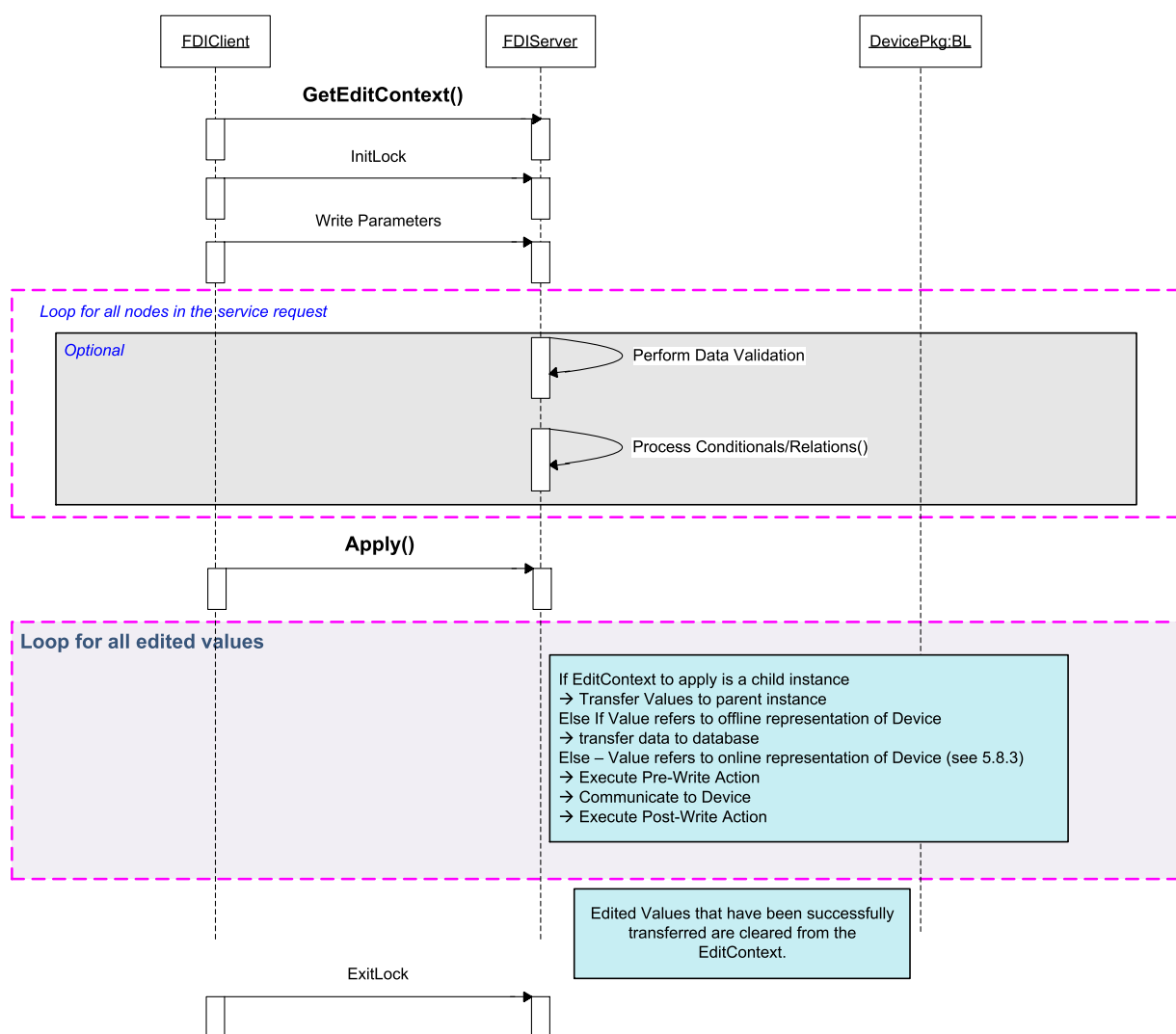
If a variable has post-write actions associated with it, these actions are executed after writing the variable to the device. If the post-write actions fail, the status returned for the variable shall not indicate the write failed, since the value has already been written to the device. The status returned shall be Good_PostActionFailed.

The FDI Server evaluates conditionals and relations after post-write actions are executed. This provides an opportunity for the evaluation of conditional expressions in EDDL Business Logic and the processing of EDDL relations.

5.8.4 Writing to an EditContext

The EditContext is specified in 5.6.

The sequence diagram in Figure 9 shows the general behavior of an EditContext when Values are edited and applied.



IEC

Figure 9 – Write with EditContext

When writing Variables to an EditContext, the FDI Server performs data validation as in the normal writes to online or offline data. It also processes Conditionals/Relations. Changes to other Variables resulting from this process are also written to the EditContext.

When calling Apply, the modified Variables are transferred to the parent. If the parent is the Device and a variable has pre-write actions associated with it, these actions are executed prior to writing the variable to the Device. If the pre-write actions fail, the status returned for Apply shall indicate the error.

If the parent is the Device and a variable has post-write actions associated with it, these actions are executed after writing the variable to the Device. If the post-write actions fail, the status returned for the variable shall not indicate the write failed, since the value has already been written to the device. The status returned shall be `Good_PostActionFailed`.

5.9 Subscription

5.9.1 General

The Subscription service specified in IEC 62541-4 can be used to initiate the monitoring of a single variable or multiple variables from a single device or multiple devices.

A failure related to a single variable while establishing a subscription to multiple variables shall not abort the subscription process; all variables shall be monitored. Each variable returned contains a status indicating success or failure. Standard OPC UA service status information is returned by the FDI Server as a result of the service calls as specified in 6.2.

An FDI Package can define read actions that are executed by the FDI Server during the monitoring process of a subscription. These actions shall not require user interaction; they are strictly intended to be used for Business Logic processing. Any read action that eventually requires user interaction will not perform the built-in but will return an error if possible. The following read actions may be defined in an FDI Package:

- Pre-read Actions
- Post-read Actions

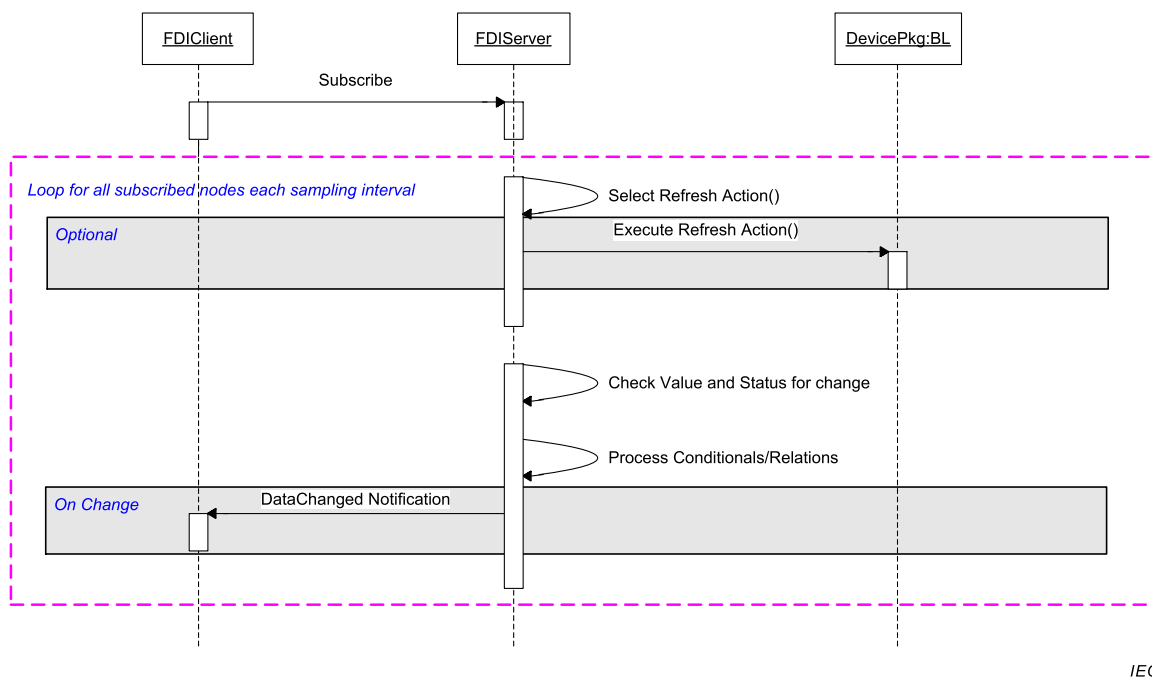
The FDI Server invokes these actions during the monitoring of online variables only; they are not invoked when monitoring offline variables.

In addition to read actions, an FDI Package can define refresh actions that are executed by the FDI Server during the monitoring process. The FDI Server invokes these refresh actions during the monitoring of both offline and online variables. These actions shall not require user interaction; they are strictly intended to be used for Business Logic processing. Any refresh action that eventually requires user interaction will not perform the built-in but will return an error if possible.

The sampling interval requested by the FDI Client and established by the FDI Server defines a time interval that is used to periodically check for changes in the variables value or status. Each time interval the actions are invoked and the value and status are compared with the previous value and status. A change in the value or status will result in the FDI Server preparing a notification of the new value and status.

5.9.2 Subscription of offline variables

The sequence diagram in Figure 10 shows the behavior of the FDI Server when an offline value is being monitored.



IEC

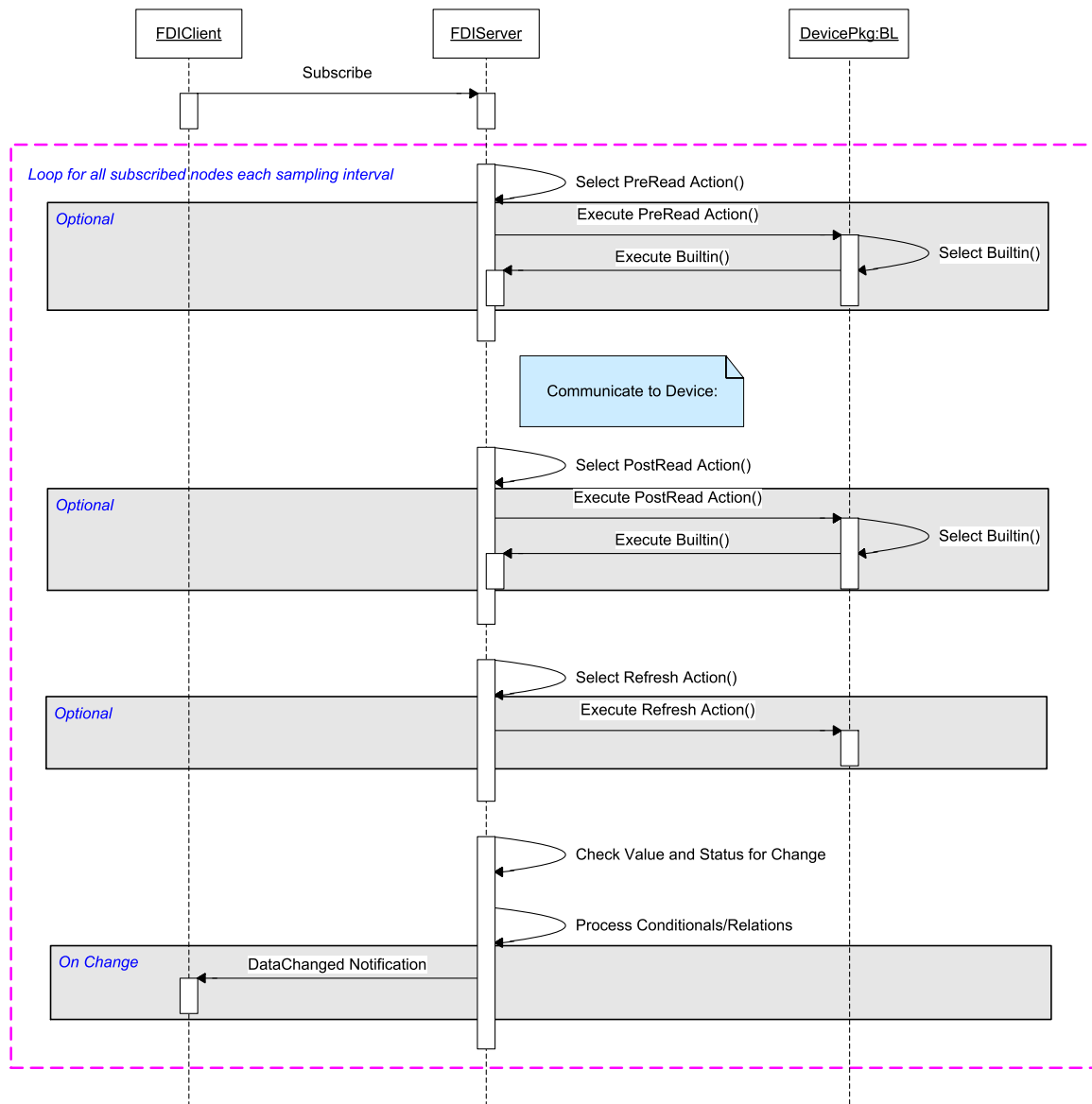
Figure 10 – Offline variable subscription

If a variable has refresh actions associated with it the FDI Server executes those actions each time interval.

The FDI Server evaluates conditionals and relations after the refresh actions are executed.

5.9.3 Subscription of online variables

The sequence diagram in Figure 11 shows the behavior of the FDI Server when an online variable is being monitored.



IEC

Figure 11 – Online variable subscription

The variable is read from the device each time interval.

If a variable has pre-read actions associated with it, these actions are executed prior to reading the variable from the device.

If a variable has post-read actions associated with it, these actions are executed after reading the variable from the device.

If a variable has refresh actions associated with it the FDI Server executes those actions after the post-read actions.

The FDI Server evaluates conditionals and relations after any associated actions are executed.

If the actions fail or the device read fails, the status of the variable shall indicate the failure.

5.10 Device topology

5.10.1 General

The FDI Server maintains Device Instances in the Information Model. The Information Model maintained by the FDI Server reflects the structure of the system; the FDI Server maintains device information in the context of the Device Topology.

The Device Topology includes devices, connecting communication networks, and the elements to communicate via these networks. The Device Topology is defined in IEC 62769-5; Objects, References and the AddressSpace organization required to create the proper Information Model are defined as part of the Information Model specification.

5.10.2 Connection Points

The following non-normative Figure 12 illustrates the topology within the Information Model.

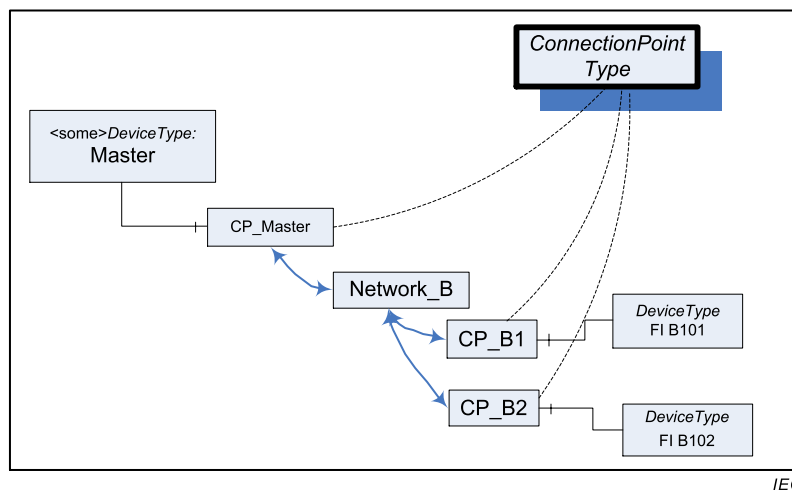


Figure 12 – Topology with Network objects (non-normative)

The FDI Server uses the information in the FDI Package to create both the type definitions for the devices and Communication Devices as well as their respective Connection Point elements. The mapping between the FDI Package definition and the Information Model elements is defined in IEC 62769-5.

Network types for the protocols that are supported by Native Communication devices are provided by the FDI Server. Network types for non-native protocols are provided through FDI Package definitions provided for the communication server.

Device definitions contain one or more Connection Point definitions for a device. Each Connection Point maintains a reference to a protocol element that specifies the protocol for the Connection Point. A device may be capable of providing or using multiple protocols; each protocol provided or supported will have a unique Connection Point. The network objects contain a reference to a protocol definition element that defines the protocol utilized by the network object.

The Device and Connection Point type definitions are used to create Device and Connection Point instances. The network type definitions are used to create instances of networks in the system. The network types are specified in the protocol specific annexes in IEC 62769-4, and are provided by the FDI Server as an integral component. The FDI Server, or FDI Clients interacting with the FDI Server to create the topology, locates devices, communication devices, connection points, and networks using standard OPC UA entry points for browsing:

- DeviceSet – references Device Instances in the FDI Server.
- CommunicationSet – references instances of communication devices in the FDI Server.
- NetworkSet – references instances of networks in the FDI Server.

The FDI Server, or FDI Clients interacting with the FDI Server to create the topology, creates references between instances of a device, an associated Connection Point, and a network element (see Figure 12). The FDI Server validates that the protocol associated with the Connection Point and the protocol associated with the network are of the same protocol type. If a device defines multiple Connection Points, the FDI Server will use the Connection Point of the device that matches the network protocol.

Each network object shall be associated with at least one Communication Device. The association between the communication device and the network element shall be done before devices can be associated with the network element. Once a Communication Device is associated with a network element, Business Logic in the Communication Device will be used for network management.

The network element definition specifies the number of Connection Points that can be added to the network.

The references established between devices, Connection Points, and networks do not affect the reference established for the standard browse entry points. Devices remain referenced by DeviceSet regardless of whether the device has a reference to a Connection Point or to a network.

5.10.3 Topology management

5.10.3.1 General

FDI Server vendors have two options to provide trusted FDI Clients with the ability to manage the topology:

- a) they may provide vendor specific functionality;
- b) they may implement the OPC UA NodeManagement Service Set.

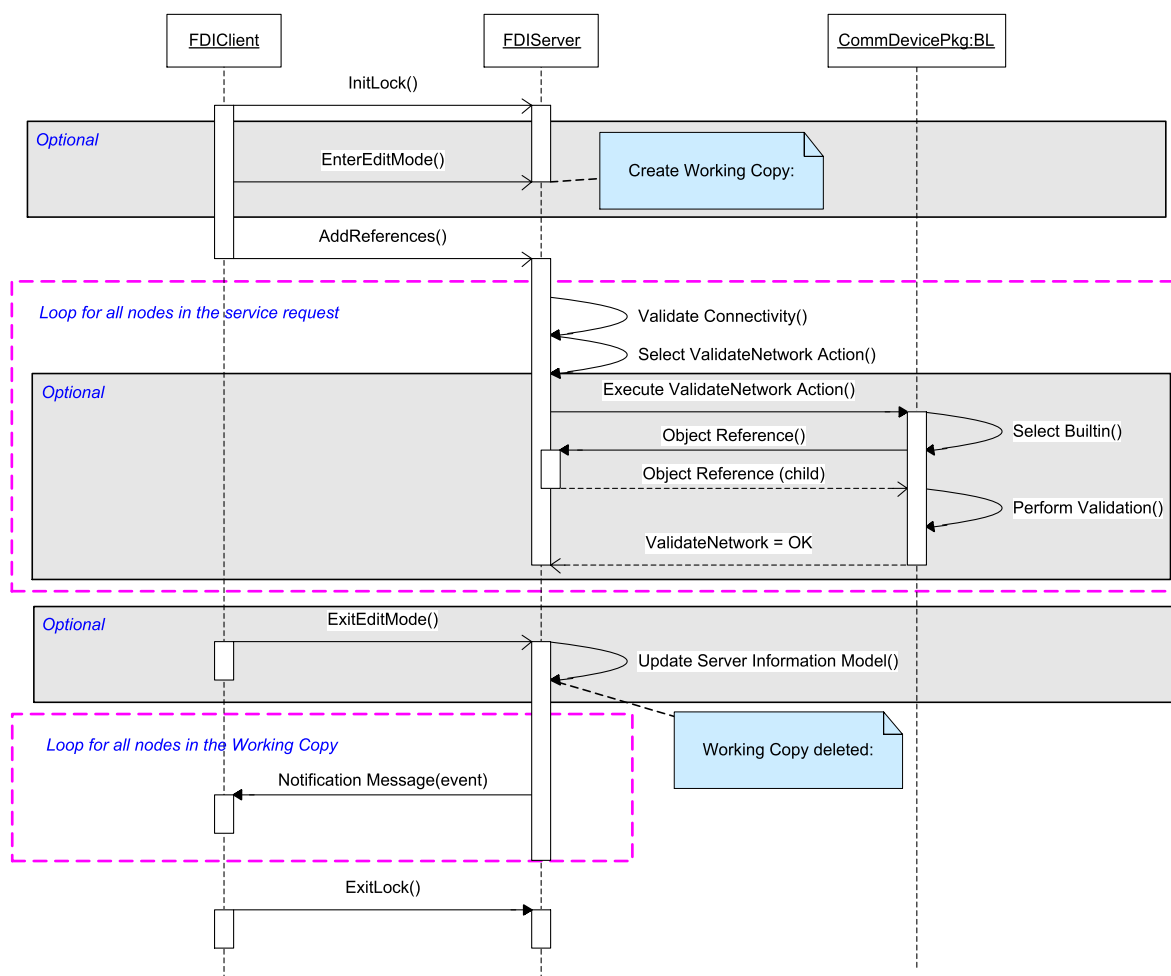
If the FDI Server vendor chooses the second option, i.e., implementing the OPC UA NodeManagement Service Set, the topology management shall be implemented as specified in 5.10.3.

In order to prevent simultaneous access from different agents that are trying to modify the topology, the elements involved in the topology modification are locked. The scope of the lock for Modular Devices and networks is specified in IEC 62769-5.

The FDI Package for the Communication Device includes definitions that are used by the FDI Server to manage and validate the topology, including the optional action ValidateNetwork (see IEC 62769-7). Those definitions are used by the FDI Server during topology management.

5.10.3.2 Add Device to Network

The sequence diagram in Figure 13 shows the behavior of the FDI Server when a device is added to a network.



IEC

Figure 13 – Add Device to topology

The `AddReferences` service specified in IEC 62541-4 is used to add devices to the topology. The `AddReferences` service can be used to establish a single or multiple references. If an `AddReferences` service request specifies multiple references are to be added, the references are added in the order they appear in the service request.

A failure encountered while adding a single reference shall not abort the entire process; all references shall be processed. A status is returned indicating success or failure for each reference included in the service request. Standard OPC UA service status information is returned by the FDI Server as a result of the service calls as specified in 6.2.

When adding a reference, the association of a device's Connection Point with a network shall be validated by the FDI Server; this applies to both FDI Server vendor specific topology management as well as the OPC UA `AddNode` method.

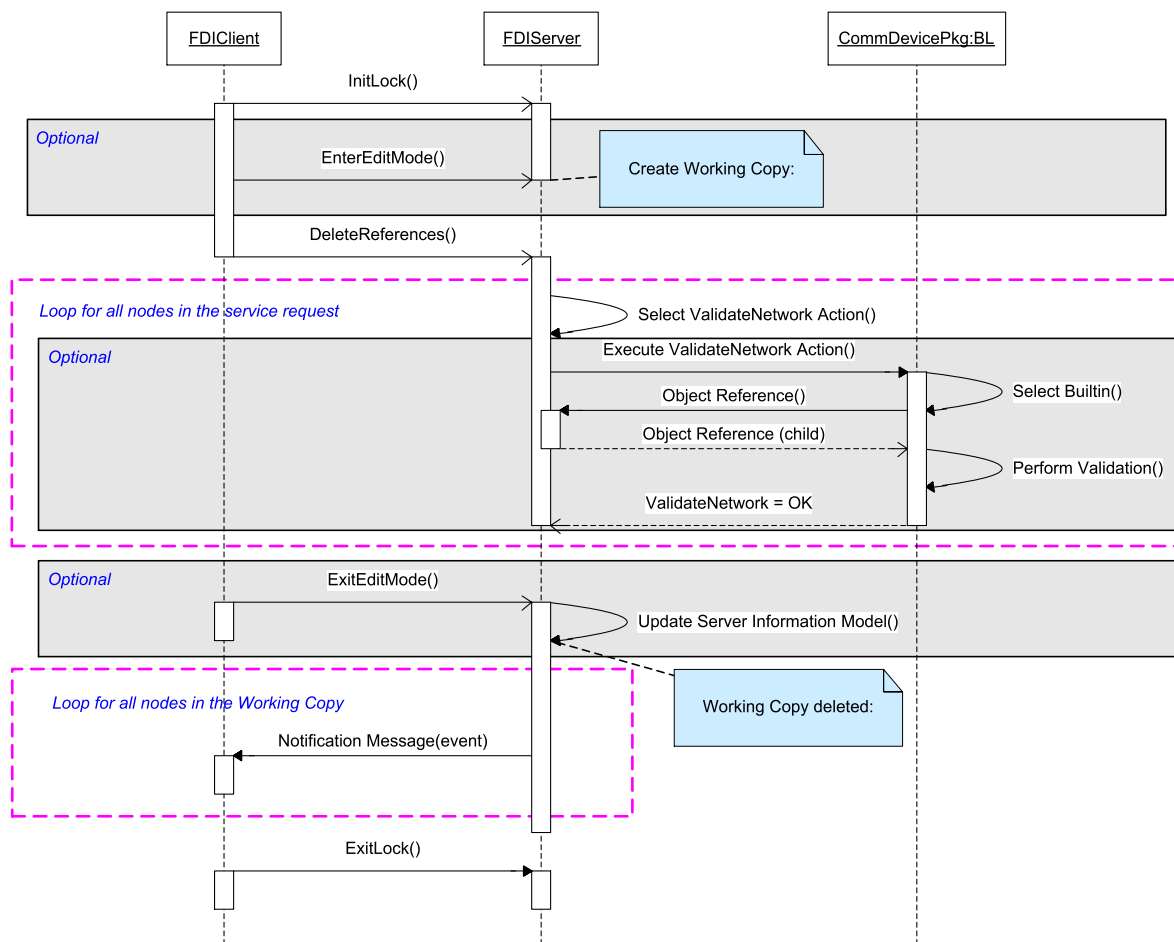
The FDI Server performs an initial validation of the connectivity, which includes for instance verifying that the protocol specified by the Connection Point and the network are the same and the number of connections supported by the network have not been exceeded. That validation is based on information provided with the FDI Communication Package of the involved elements. If the initial validation succeeds, the `ValidateNetwork` Action provided by the Communication Device is invoked by the FDI Server. See IEC 62769-7 for more details.

In a first pass, all requested references are added regardless of the validation process succeeding or failing. After adding all references, a second validation pass is done. If the validation process fails for any reference, that reference shall not be added and the status returned for that reference shall indicate the reference failed to be added.

Because of this two-step validation process performed by the FDI Server, the result of adding multiple references at a time can be different from the result of adding one reference at a time.

5.10.3.3 Remove Device from Network

The sequence diagram in Figure 14 shows the behavior of the FDI Server when a device is removed from a network.



IEC

Figure 14 – Remove Device from topology

The DeleteReferences service specified in IEC 62541-4 is used to remove devices from the topology. The DeleteReferences service can be used to remove a single reference or multiple references. If a DeleteReferences service request specifies multiple references are to be removed, the references are removed in the order they appear in the service request.

A failure encountered while removing a single reference shall not abort the entire process; all references shall be processed. A status is returned indicating success or failure for each reference included in the service request. Standard OPC UA service status information is returned by the FDI Server as a result of the service calls as specified in 6.2.

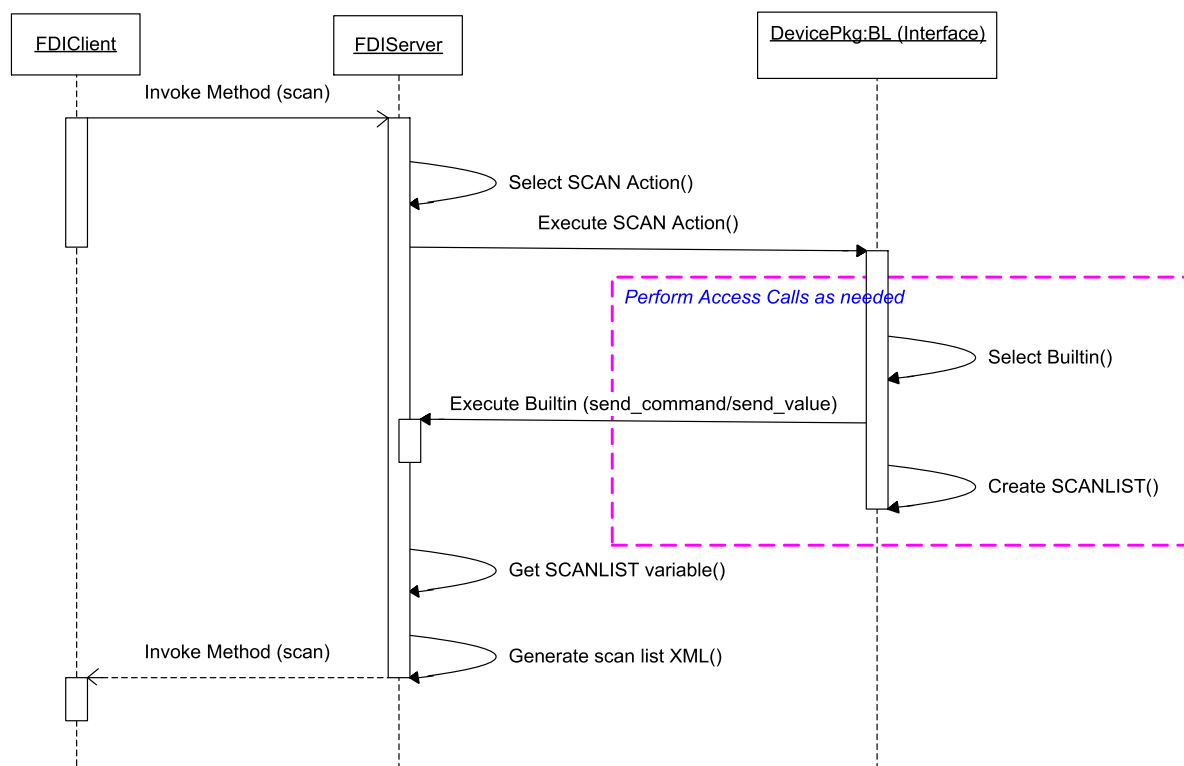
The removal of a device from a network requires the FDI Server to validate the network. The FDI Server invokes the ValidateNetwork Action provided by the Communication Device after removal of the device from the network.

In a first pass, all requested references are removed regardless of the validation process succeeding or failing. After removing all references, a second validation pass is done. If the validation process fails for any reference, that reference shall not be removed and the status returned for that reference shall indicate the reference failed to be removed.

Because of this two-step validation process performed by the FDI Server, the result of adding multiple references at a time can be different from the result of adding one reference at a time.

5.10.4 Topology scanning

The sequence diagram in Figure 15 shows the behavior of the FDI Server when the topology is scanned.



IEC

Figure 15 – Scan topology

Scanning of a network for connected devices is provided via the Scan Service associated with Communication Devices. This service is described in IEC 62769-5.

For nodes representing Native Communication devices, the FDI Server provides the service implementation.

For Communication Devices that are not native to the FDI Server, the FDI Server invokes the SCAN Action provided by the Communication Device (see IEC 62769-4). The SCAN action invokes built-ins provided by the FDI Server to send commands to the Communication Device. The SCAN action processes the responses to the commands to create a scan list.

The scan list created by the SCAN Action is stored in a DDLIST variable referenced through the SCAN_LIST variable. The DDLIST contains the definition for the devices detected by the communication device.

The Information Model specified in IEC 62769-5 provides protocol independent definitions for devices. The protocol independent device definitions contain references to nodes containing protocol specific identification for a device.

The DDLIST variable resulting from the scan is composed of variable definitions. The DDLIST will contain variables whose name matches the properties and attributes defined in IEC 62769-5 for the protocol independent device definition. These protocol independent definitions allow the FDI Server to formulate protocol independent information to an FDI Client about the devices in the network.

The SCAN Action may not fully identify a device; variables providing protocol independent information may be missing from the DDLIST. The FDI Server through vendor specific functions performs additional parameter read and write actions to the device to complete the identification. This functionality is both FDI Server vendor specific as well as protocol specific and is not standardized.

The DDLIST also contains network addressing information for the devices identified in the network. The network addressing will be protocol specific but match the protocol specific Connection Point properties and attributes specified in IEC 62769-5.

The DDLIST may also contain additional variables that are protocol specific. The protocol specific variables are standardized by the foundations defining the network protocol, see protocol specific annexes in IEC 62769-4.

The FDI Server is responsible for the creation of the XML data set returned by the Scan Service using the information provided by the DDLIST variable.

5.10.5 Use of SCAN function

The SCAN function can be used by the FDI Server as part of topology management. The FDI Server vendor specific functions for topology management may perform network SCANS to define the Device Instances to create and to initialize the Information Model topology.

The SCAN function is provided by communication devices; a device definition does not have to exist in the Information Model for the SCAN function to succeed. The information provided by the SCAN function may be used by FDI Server vendor specific functionality to create the Device Topology. FDI Server vendor specific functionality is responsible for matching the devices identified by the SCAN function to device types in the Information Model.

The FDI Server, through vendor specific implementation, uses the SCAN function as part of commissioning a network. The FDI Server vendor specific implementation allows the FDI Server to match and validate the offline created topology against the physical network (see 5.10.6).

The use of the SCAN function for topology creation and topology validation is not standardized and is an FDI Server vendor specific functionality.

5.10.6 Validation of defined topology

The FDI Server shall validate that the defined Device Instance in the Information Model matches the physical device. FDI Server vendor specific functionality is responsible for validating the Information Model against the physical devices connected in the system.

The FDI Server can rely on standard functions such as SCAN to identify the devices physically connected and determine whether there is a match with the offline defined topology. The FDI Server may also use protocol specific commands to identify devices.

The FDI Server shall validate that the physical device is of the same type as the Device Instance in the Information Model. FDI Server vendor specific implementations can allow connectivity to devices of different revisions or require an exact match. FDI Server vendor specific functionality provides the device matching.

5.11 User Interface Elements

5.11.1 User Interface Descriptions

User Interface Descriptions (UIDs) are descriptive user interfaces that are rendered by an FDI Client. They appear in the Information Model as UIDDescriptionType nodes (see IEC 62769-5).

FDI Clients retrieve UIDs by reading the Value attribute of a UIDDescriptionType node in the Information Model. The Value attribute of a UIDDescriptionType node contains the UID in the form of an XML string (see IEC 62769-2).

Any values that the FDI Server provides to the FDI Client through the UID shall be unscaled, including, for instance, current variable values, ranges and initial values.

FDI Servers shall evaluate any conditional behavior present in a UID before providing it to the FDI Client. The FDI Client shall simply render the UID provided by the FDI Server.

This example assumes the UID is based on EDDL. If the PATH attribute of an IMAGE is conditional (i.e., dependent on the value of a parameter in the device), the FDI Server shall evaluate the conditional to determine which image is to be used and then provide the appropriate Browse Name to the FDI Client via the XML string. The FDI Client will simply render the appropriate image. All other EDDL conditionals shall be evaluated by the FDI Server in a similar fashion.

An FDI Package can define actions that are associated with UIDs. The following actions may be defined in an FDI Package:

- Pre-edit Actions
- Post-edit Actions
- Init Actions
- Refresh Actions
- Exit Actions

Those actions are executed by the FDI Server, but their execution is driven by the FDI Client.

In order to allow the FDI Client to drive the execution of actions, the FDI Server creates Actions Proxies (see 5.12.3) and makes the Action Proxies names available to the FDI Client by means of the ListOfActions element type defined in the XML schema (IEC 62769-2). The FDI Server thus maintains the Actions Proxies names in the XML string of the UID.

As the FDI Client retrieves UIDs, it retrieves the Actions Proxies names associated to them as well.

Even though a single EDD Actions definition may specify more than one EDD Method, the FDI Server does not provide individual references to each EDD Method that is specified, but it provides a single Actions Proxy name to refer to all EDD Methods specified in the EDD

Actions clause. As a consequence, the list of actions specified in the XML schema will always have a single entry.

As the FDI Client processes a UID, it can start the execution of actions by calling the InvokeAction service and passing the corresponding Actions Proxy name as argument (see 5.12.3).

5.11.2 User Interface Plug-ins

User Interface Plug-ins (UIPs) are programmatic user interfaces that are executed by an FDI Client. They appear in the Information Model as UIPluginType nodes (see IEC 62769-5).

FDI Clients retrieve UIPs by reading the Value attribute of a UIPluginType node in the Information Model. The Value attribute of a UIPluginType node is a byte array containing a binary executable component (see IEC 62769-5).

FDI Packages can provide multiple variants of the same UIP (see IEC 62769-4). FDI Clients browse through the available UIP Variants and select the variant that is most appropriate.

Unlike UIDs, UIPs are not processed by an FDI Server in any way; they are simply provided to the FDI Client upon request.

FDI Device Packages can reference a UIP in a separate FDI UIP Package (see IEC 62769-4). FDI Servers shall resolve these references. Any references that cannot be resolved shall result in a Bad_NodeIdUnknown status code when the UIP is read by an FDI Client.

5.12 Actions

5.12.1 FDI Server – FDI Client interaction

FDI Clients invoke Actions by calling the InvokeAction method (see IEC 62769-5).

When an Action is invoked the FDI Server creates a state machine that is maintained while the Action is executing. The state may change in response to the built-in functions that are invoked by the Action, as well as in response to interactions with the FDI Client.

The FDI Server then creates a transient, non-browsable Variable in the Information Model for the exchange of information between the FDI Server and the FDI Client, henceforth referred to as the exchange variable. The NodeId of the exchange variable is returned to the FDI Client as an output argument of the InvokeAction method (see IEC 62769-5).

Once the state machine has been created, the exchange variables have been created, and the Action has started to execute, the InvokeAction method terminates, i.e., it does not remain active during the execution of the Action.

The FDI Server sends user interface requests to the FDI Client via the exchange variable, and the FDI Client sends user interface responses to the FDI Server via the exchange variable. The value of the exchange variable is an XML string (see IEC 62769-2). It contains the current state of the Action, as well as a user interface request or response.

The subscription service specified in IEC 62541-4 is used to allow the FDI Server to send user interface requests to the FDI Client via the exchange variable. The FDI Client subscribes to the exchange variable to receive user interface requests from the FDI Server. If a request is transitional the FDI Client may miss the request. The request will be held in the exchange variable until the FDI Client creates a subscription. Once the subscription is established, the FDI Server will respond with the current state and the pending request.

NOTE 1 TimeDelay with a short duration is an example of a transitional request.

The FDI Server can implement a server-defined time-out for user interface requests. Failure of the FDI Client to respond to a user interface request before the time-out expires can cause the FDI Server to abort the Action.

NOTE 2 The time-out is expected to be on the order of 20 min to 30 min similar to a session time-out of a web page.

The FDI Server retains the current state and the last request in the exchange variable even after the Action completes. The exchange variable retains its value until the FDI Client terminates the subscription.

An Action can be aborted by the FDI Client or by the Action itself.

The sequence diagram shown in Figure 16 shows the client/server interaction of an Action.

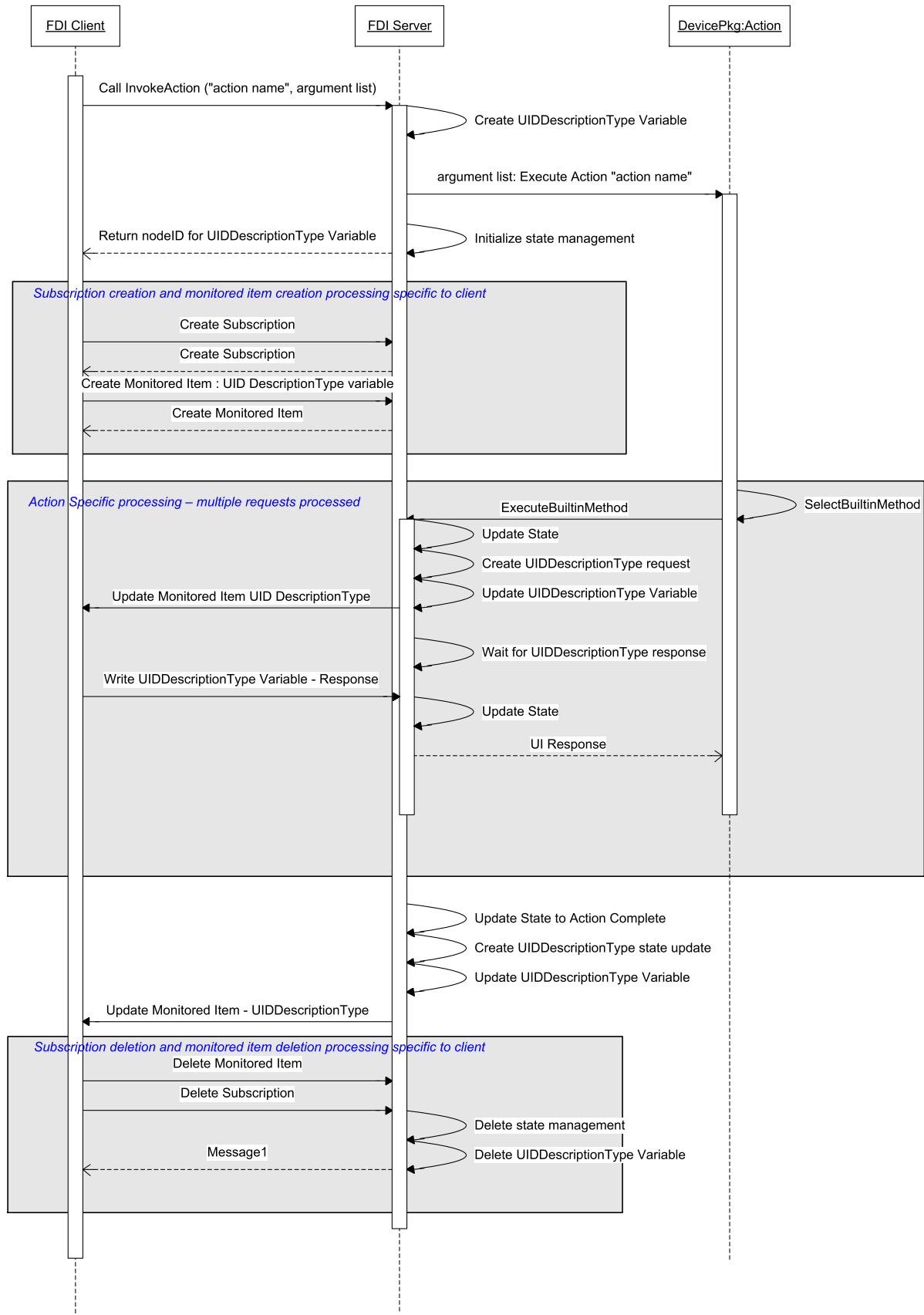
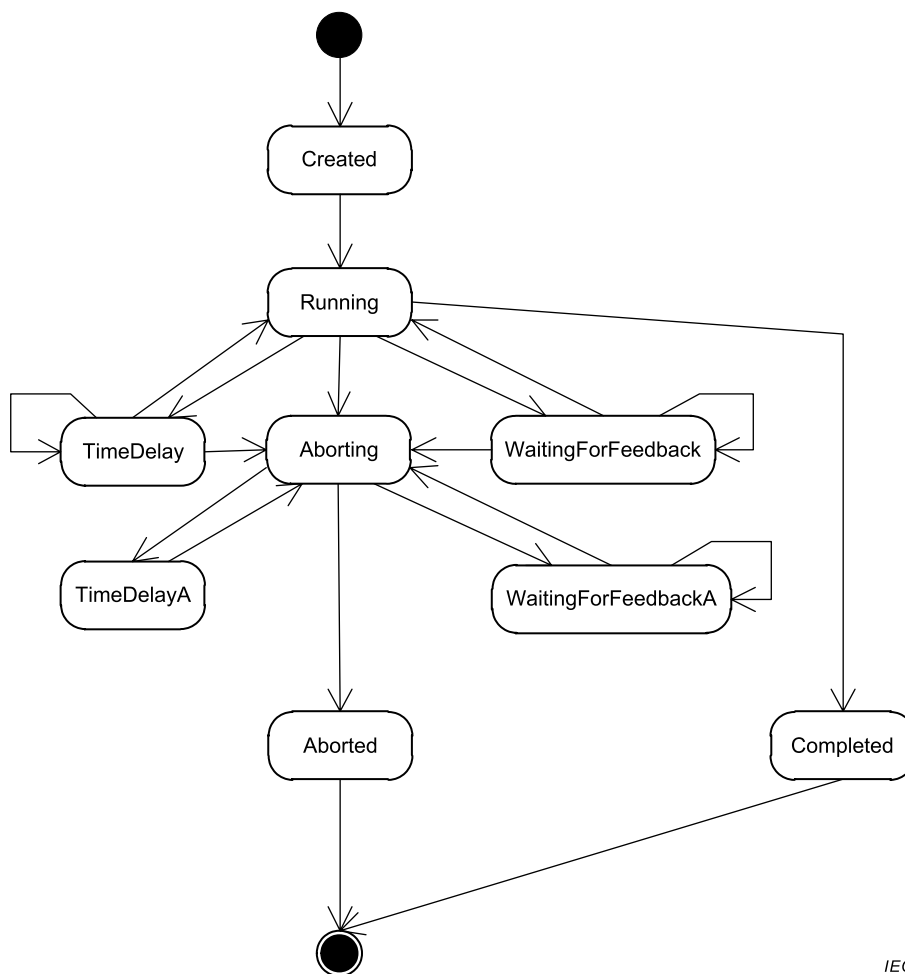


Figure 16 – Action execution

5.12.2 Action state machine

5.12.2.1 States

The Action state machine is shown in Figure 17.



IEC

Figure 17 – Action state machine

The states of the Action state machine are specified in Table 1.

Table 1 – Action states

State	Description
Created	The initial state when the state machine instance is created by the FDI Server.
Running	The normal execution state.
TimeDelay	The state where the normal execution is suspended a certain amount of time.
WaitingForFeedback	The state where the normal execution is suspended because a user interaction is needed.
Aborting	The state where the normal execution has been aborted and abort processing is carried out.
TimeDelayA	The state where the abort processing is suspended a certain amount of time.
WaitingForFeedbackA	The state where the abort processing is suspended because a user interaction is needed.
Completed	The state where the normal execution is completed.
Aborted	The state where the abort processing is completed.

5.12.2.2 State transitions

The state transitions of the Action state machine are defined in Table 2.

Table 2 – Action state transitions

Source state	Event	Destination state
Start State	FDI Server created a state machine for the Action.	Created
Created	Execution of the Action has started.	Running
Running	Execution of the Action has completed.	Completed
Running	Built-in function has been encountered that requires a time delay.	TimeDelay
Running	Built-in function has been encountered that requires user feedback.	WaitingForFeedback
Running	Abnormal termination of the Action has been initiated by either the FDI Server or the FDI Client.	Aborting
TimeDelay	FDI Server has decided to send time delay remaining to FDI Client.	TimeDelay
TimeDelay	FDI Server has calculated a new time delay to be sent to FDI Client.	TimeDelay
TimeDelay	Abnormal termination of the Action has been initiated by the FDI Client.	Aborting
TimeDelay	Delay time has expired.	Running
WaitingForFeedback	FDI Server has decided to send an updated feedback request to the FDI Client.	WaitingForFeedback
WaitingForFeedback	FDI Server has received feedback from FDI Client.	Running
WaitingForFeedback	Abnormal termination of the Action has been initiated by either the FDI Server or the FDI Client.	Aborting
WaitingForFeedback	FDI Server timeout period has expired with no response from FDI Client.	Aborting
Aborting	Built-in function has been encountered that requires a time delay.	TimeDelayA
Aborting	Built-in function has been encountered that requires user feedback.	WaitingForFeedbackA
Aborting	Execution of the Action has completed.	Aborted
TimeDelayA	Delay time has expired.	Aborting
WaitingForFeedbackA	FDI Server has decided to send an updated feedback request to the FDI Client.	WaitingForFeedbackA
WaitingForFeedbackA	FDI Server has received feedback from FDI Client.	Aborting
Aborted	FDI Server has destroyed the state machine for the Action.	Finish State
Completed	FDI Server has destroyed the state machine for the Action.	Finish State

5.12.3 Actions Proxies

EDD Actions specify EDD Methods that shall be executed at specific moments during the processing of variable values or during user interaction. In many cases, the FDI Server implicitly executes the EDD Actions, but in some specific cases, as specified in 5.12.4, the execution of EDD Actions is driven by the FDI Client.

In order to allow the FDI Client to drive the execution of EDD Actions, the FDI Server creates Actions Proxies. An Actions Proxy is an internal entity created by the FDI Server to encapsulate the EDD Methods specified in the EDD Action definition. An Actions Proxy thus corresponds to a single “*_ACTIONS” clause in EDDL and therefore to the entire set of EDD Methods specified in it.

The FDI Server assigns a name to the Actions Proxy. The Actions Proxy name is an unambiguous identifier, i.e., it uniquely identifies the Actions Proxy in the scope of a single device instance.

The FDI Server makes the Actions Proxy name available to the FDI Client via the XML descriptions associated to UID nodes (see 5.11.1). The FDI Client can thus drive the

execution of an Actions Proxy when necessary by calling the InvokeAction method and passing the Actions Proxy name as argument.

NOTE The second argument of the InvokeAction method ("MethodArguments") is empty, since EDD Actions have no arguments.

When processing an InvokeAction call with an Actions Proxy name as argument, the FDI Server executes the entire set of EDD Methods associated to that Actions Proxy. As specified in IEC 61804-3, the FDI Server executes those EDD Methods in the order they appear in the EDD Action definition, and if an EDD Method exits for an unplanned reason, the following EDD Methods are not executed.

Taking as reference the state transitions defined in Table 2, it means that:

- the state machine transitions from the state "Created" to the state "Running" when the execution of the first EDD Method in the Actions Proxy definition starts;
- in the mean time between the execution of two EDD Methods the state machine remains in the state "Running";
- the state machine only transitions from the state "Running" to the state "Completed" when the execution of the last EDD Method in the Actions Proxy definition completes, or if any EDD Method exits for an unplanned reason.

All other state transitions remain the same.

5.12.4 Actions, EDD Actions and Actions Proxies

Actions are a provision of the FDI Server to allow FDI Clients to execute both EDD Methods in general and EDD Actions in particular. EDD Methods in general, with the exception of abort and action methods, are exposed in the Information Model as nodes under the ActionSet Object of the corresponding device or block node (see IEC 62769-5). EDD Actions on the other hand are not exposed in the Information Model. EDD Actions are made available to the FDI Client by putting the names of their corresponding Actions Proxies in the ListOfActions element in the XML description of the UID nodes (see 5.11.1).

The EDD Action types and the EDD constructs that use them are shown in Table 3 (see IEC 61804-3).

Table 3 – EDD Action types and the EDD constructs that use them

EDD Action type	EDD construct					UID
	VARIABLE	MENU	EDIT_DISPLAY	WAVEFORM	SOURCE	
Pre-read Actions	I	I				
Post-read Actions	I	I				
Pre-write Actions	I	I				
Post-write Actions	I	I				
Pre-edit Actions	E	E	E			E
Post-edit Actions	E	E	E			E
Init Actions		E		E	E	E
Exit Actions		E		E	E	E
Refresh Actions	I	E		E	E	E

As Table 3 indicates, in some cases the FDI Server implicitly executes the EDD Actions (I), while in other cases the execution of EDD Actions is driven by the FDI Client, i.e., the FDI Client needs to explicitly start the execution of the EDD Actions in the FDI Server (E).

The FDI Server implicitly executes the following types of EDD Actions:

- Pre-read, post-read, pre-write and post-write actions, both for variables and menus.
- Refresh actions for variables.

Those types of actions shall not require user interaction; they are strictly intended to be used for Business Logic processing. Any action of one of those types that eventually requires user interaction will not perform the built-in but will return an error if possible.

The FDI Server implicitly handles pre-read, post-read and refresh actions for variables when the FDI Client reads online variables (see 5.7.3). Similarly, the FDI Server implicitly handles pre-write and post-write actions for variables when the FDI Client writes online variables, either in an immediate fashion (see 5.8.3) or in edit mode (see 5.8.4).

The pre-read, post-read, pre-write and post-write actions for menus are only used by the upload and download menus (see IEC 61804-4 and IEC 62769-2). The FDI Server implicitly handles pre-write and post-write actions for menus when the FDI Client transfers data to the device (5.2.2). Similarly, the FDI Server implicitly handles pre-read and post-read actions for menus when the FDI Client transfers data from the device (5.2.3).

The FDI Client explicitly starts the execution of the following types of EDD Actions:

- Pre-edit and post-edit actions for variables, menus, edit-displays and UIDs.
- Init, exit and refresh actions for menus, waveforms, sources and UIDs.

When those actions contain user interactions (see IEC 61804-4), they will require interaction between the FDI Server and the FDI Client. This is achieved by using Actions, as specified in 5.12.1. The FDI Client explicitly starts the execution of those types of actions in the FDI Server by calling the `InvokeAction` method and passing the name of the corresponding Actions Proxy as argument.

6 OPC UA services

6.1 OPC UA profiles

The set of services specified for OPC UA are grouped into standardized profiles as defined in IEC 62541-7. FDI Servers shall conform to the FDI Server Profile, which is specified as:

- including OPC UA "Standard Server"
- including OPC UA "DataAccess Server Facet"
- including OPC UA "Node Management Server Facet"
- including OPC UA "Method Server Facet"
- including OPC UA "Event Subscription Server Facet"
- including OPC UA "Auditing Server Facet"
- including FDI "FDI Information Model"

6.2 Service error information

6.2.1 Overview

FDI Servers provide service operations that are invoked through OPC UA services. Standard OPC UA service status information is returned by the FDI Server as a result of the service calls.

The OPC UA specification defines all services as having a standard response that includes a response header containing general and service specific response codes according to IEC 62541-4. The response code structure contains diagnostic information that returns both an error code as well as localized text for the error. FDI Servers shall fill in the diagnostic records including localized text for the reported errors.

The OPC UA diagnostic record allows Servers to include “inner” status information. FDI Servers will provide technology binding specific errors in the “inner” status record.

6.2.2 OPC UA services and their response

When the FDI Client submits a Service request Message to the FDI Server, if the service is supported and executed, the FDI Server generates a success/failure code that it includes in a positive response Message along with any data that is to be returned. Each Service request has a RequestHeader and each Service response has a ResponseHeader.

The ResponseHeader is a structure that has data members used to convey EDDL diagnostics information, the serviceResult and the diagnosticInfo.

The serviceResult is the standard, OPC UA-defined result of the Service invocation. The serviceResult type is StatusCode, which defines a standard numerical value that is used to report the outcome of an operation performed by an FDI Server. This code may have associated diagnostic information that describes the status in more detail.

The diagnosticInfo is a structure that is intended to return vendor-specific diagnostic information.

6.2.3 Mappings of EDDL response codes to OPC UA service response

When FDI Clients use OPC UA services to read and write the Attributes of Parameters they receive back as part of the FDI Server response a ResponseHeader with success/failure code and diagnostics information.

The FDI Server uses the serviceResult and the diagnosticInfo data members of the ResponseHeader to return error and diagnostics information related to failure of execution of EDDL variable actions, including PRE_READ, POST_READ, PRE_WRITE and POST_WRITE actions.

The StatusCode returned in the serviceResult data member of the ResponseHeader is also used to handle the EDDL VALIDITY attribute. Any attempt to access an invalid variable will be reported to the FDI Client as the result of a service call. The service returns a “Bad Failure” in the Severity bit of the StatusCode. In addition, the diagnosticInfo data member of the ResponseHeader can be used to provide detailed diagnostics on the failure. The FDI Server shall also deal with the fact that VALIDITY can be the result of the evaluation of a conditional expression. In that case, FDI Clients rely on the FDI Server notification capabilities when the model dynamically changes due to a conditional evaluation.

The serviceResult and the diagnosticInfo data members of the ResponseHeader are used to return error and diagnostics information related to EDDL response codes. EDDL response codes specify values that a device may return as the result of an operation. Each EDDL variable, record or value array can define its own associated set of response codes.

The serviceResult is used to return a status that corresponds to the EDDL response code TYPE attribute. The Severity bits of the StatusCode are set based on the response code TYPE according to Table 4.

Table 4 – OPC UA severity bits and EDDL response codes TYPE

OPC UA Severity	EDDL Response Codes Type
Good Success	SUCCESS
Uncertain Warning	MISC_WARNING, DATA_ENTRY_WARNING
Bad Failure	DATA_ENTRY_ERROR, MODE_ERROR, PROCESS_ERROR, MISC_ERROR

The `symbolicIdIndex`, `localizedTextIndex` and the `additionalInfo` data members of the `diagnosticInfo` are used to return the response code and the text description gotten from EDDL response codes definitions. It is the FDI Server's responsibility to translate the integer response code into its corresponding text description and fill in the `diagnosticInfo`.

The `symbolicIdIndex` data member is used to return the numeric response code from the EDDL `RESPONSE_CODE`. The numeric code shall be converted into a string in the `stringTable`. The `symbolicIdIndex` contains the index into the `stringTable`.

The `localizedTextIndex` data member is used to return the `DESCRIPTION` attribute from the EDDL `RESPONSE_CODE`. The `DESCRIPTION` string is conveyed to the FDI Client in the `stringTable` data member of the `ResponseHeader` parameter. The `localizedTextIndex` contains the index into the `stringTable`.

The `additionalInfo` data member is used to return the `HELP` attribute from the EDDL `RESPONSE_CODE`.

In addition to the response codes described via EDDL, standard response codes defined by the underlying communication protocols may also be returned.

6.3 Parameter value update during write service request

The FDI Server maintains an Information Model that contains Online variables that cache the value of the device variables. The specified behavior for OPC UA is for the Server to only store in the Online Variables those values that the Server has read from the device.

The FDI Server is not allowed, according to OPC UA specified behavior, to write a value both to the device and to the Online variable.

6.4 Localization

The Information Model defined for FDI, IEC 62769-5, is based on OPC UA. The OPC UA specification defines descriptive attributes and properties of elements to be localized strings. The FDI Server provides localized information for the OPC UA specified localized attributes and properties in the Device Type and Device Instance nodes.

The FDI Server uses information provided by the descriptive component in the FDI Package for a device type to create localized strings. FDI Packages support the specification of localized strings for descriptive information. If the device vendor provides such information, the FDI Server uses the appropriate localized string as the value for device type attributes and properties when responding to an FDI Client.

If the descriptive element in the FDI Package does not provide localized information, either no information or no information for the requested locale, the FDI Server will return the English default string.

Multiple clients connecting at the same time may eventually request the FDI Server to return localized attributes and properties in different languages. The FDI Server shall support multiple languages simultaneously when the clients requesting different languages connect to different Device Type or Device Instance nodes.

When clients requesting different languages connect at the same time to the same Device Type or Device Instance node, the support to multiple languages is optional. If the FDI Server does not support multiple languages in that situation, then it shall implement a "first wins" solution, i.e., it will use the language requested by the first client that connected to the Device Type or Device Instance node when returning localized attributes and properties to all subsequent clients.

6.5 Audit events

FDI Servers shall provide support for vendor specific audit trail functionality. The support for auditing in the FDI Server is specified in IEC 62769-5.

7 Communication

7.1 Notation

Clause 7 describing communication contains diagrams showing the Information Model, IEC 62769-5. The notation used in these figures uses the standards defined by OPC UA. These standards are summarized in IEC 62769-5.

7.2 General

7.2.1 Concepts

The FDI Server is responsible for managing communications. The FDI Server can support three types of communication infrastructure components:

- System communication hardware (see Figure 1)
- FDI Communication Server
- Communication gateways (Nested Communication)

The FDI Server can support system specific communication hardware (see Figure 1). The FDI Server interacts with the driver of the system communication hardware through proprietary interfaces to process fieldbus communication. System specific communication management is not in the FDI specification scope.

Figure 18 shows a possible architecture example of system communication integration.

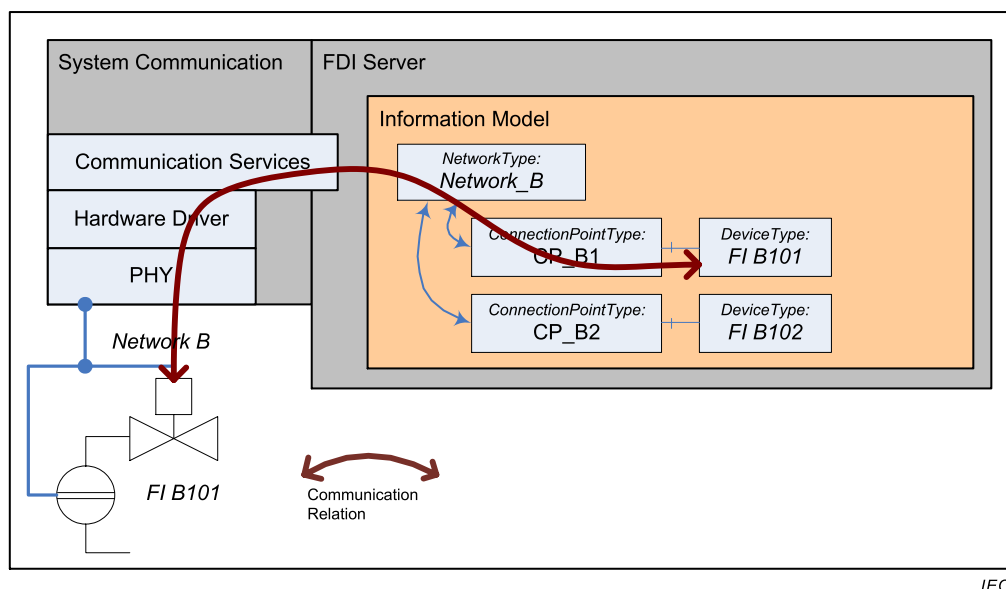


Figure 18 – System communication integration example

The FDI Server can implement access to physical networks through FDI Communication Servers (see Figure 1) (IEC 62769-7). The FDI Communication Server implements the access to the physical network. The interface between the FDI Server and the FDI Communication Server is based on OPC UA. The FDI Communication Server implements the OPC UA Server

function. The FDI Server implements the OPC UA Client function. The FDI Communication Server implemented Information Model enables the access to the communication services.

An FDI Communication Server integration example is shown in Figure 19.

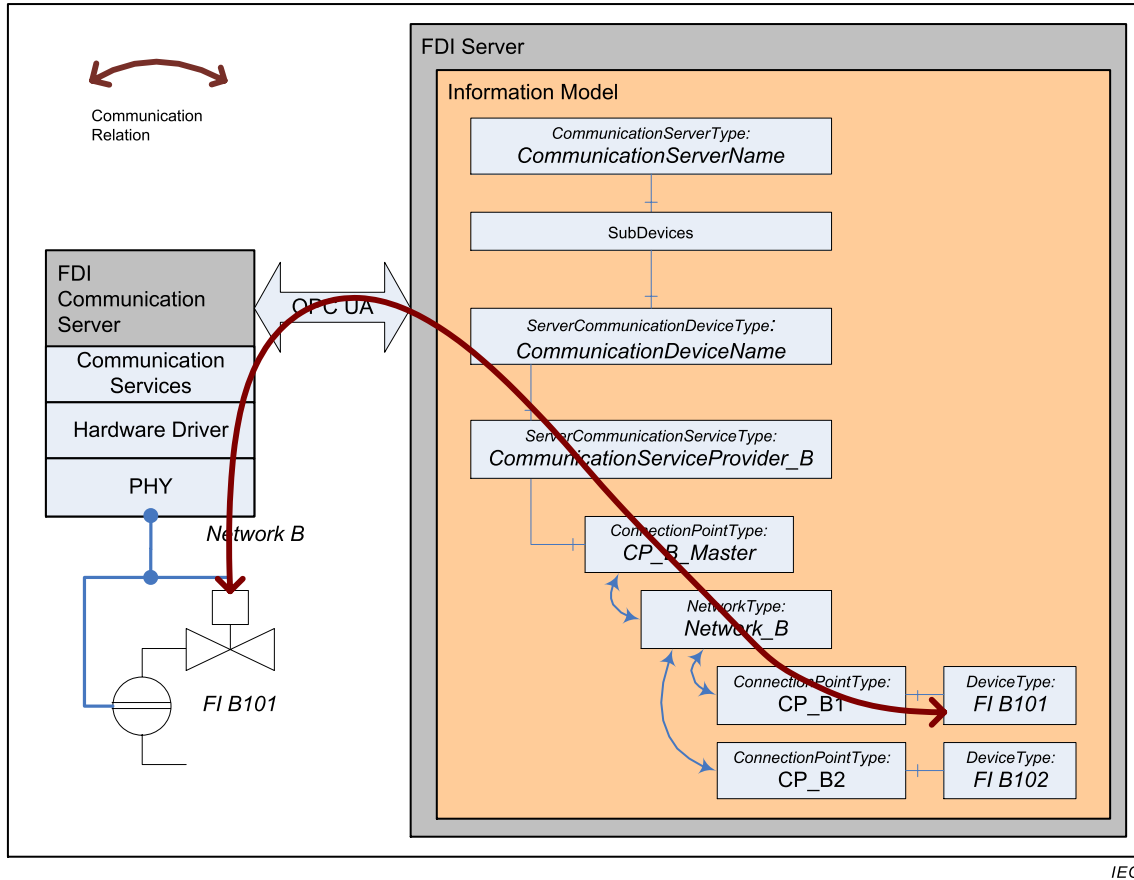
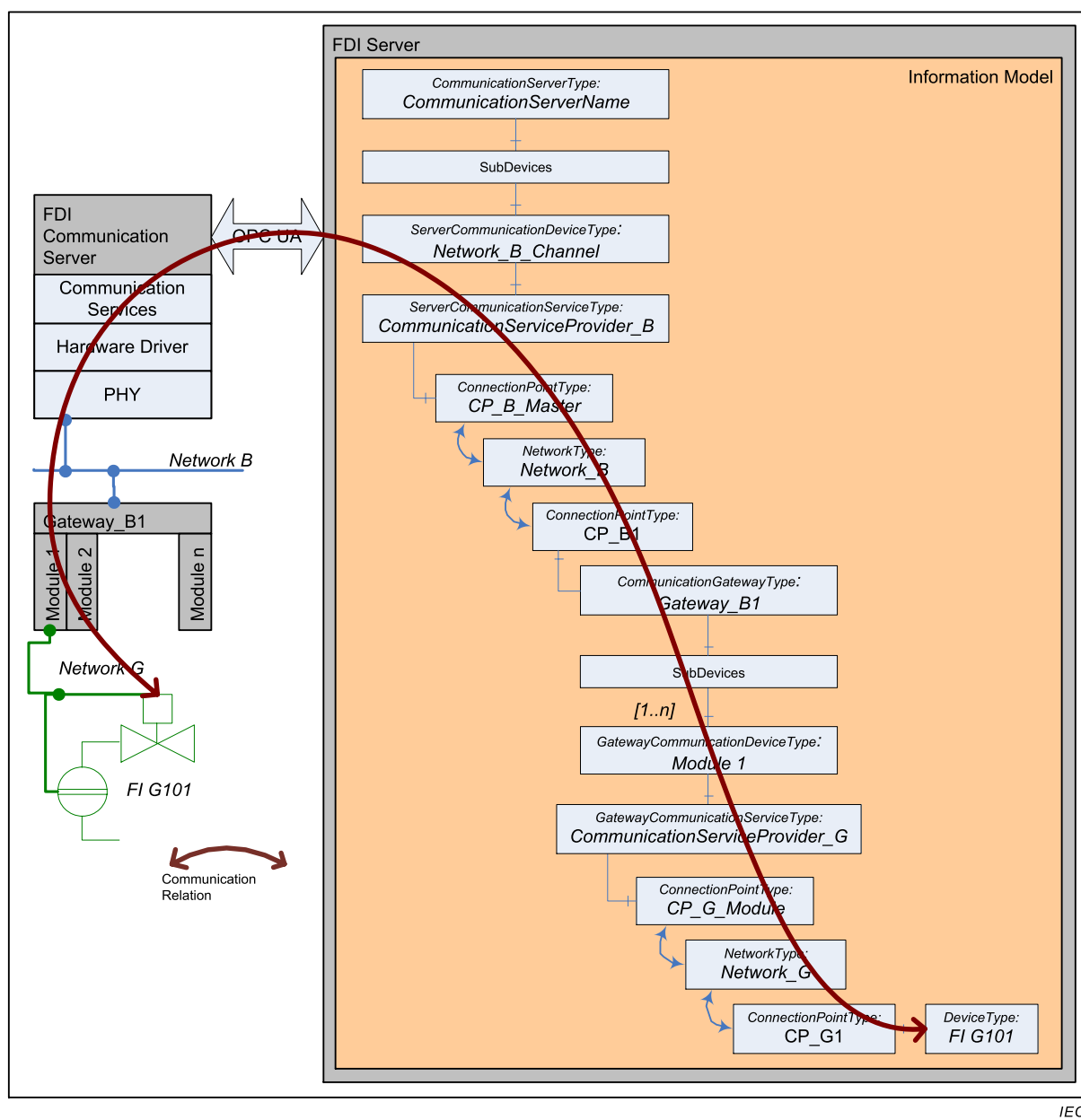


Figure 19 – FDI Communication Server integration example

In terms of the Information Model structure the system communication hardware and the FDI Communication Server represent root communication devices.

FDI supports Nested Communication. The term “Nested Communication” stands for the ability of a system to process communication across protocol boundaries in heterogeneous networks. The insertion of additional communication gateway devices into the topology as shown in Figure 20 enables the handling of heterogeneous networks. These communication gateway devices implement the bridging functionality between different networks (gateway firmware). The gateway firmware implemented bridging functionality is also implemented in the Business Logic provided with the FDI Package describing the communication gateway. The FDI Server interacts only with this Business Logic of the communication gateway to process the Nested Communication function.

A communication gateway integration example is shown in Figure 20.



IEC

Figure 20 – Gateway integration example

7.2.2 Terms

The following contains a list of terms used in 7.3:

- 1) A Connection Point is an instance of a ConnectionPointType (IEC 62769-5).
- 2) A Device is an instance of a DeviceType.
- 3) A Connection Point associated to a Device is called Device Connection Point.
- 4) A Connection Point associated to a Communication Device is called Communication Device Connection Point.
- 5) A Network is an instance of NetworkType (IEC 62769-5).
- 6) FDI Communication Server (IEC 62769-7).

7.3 Communication Service processing

7.3.1 Communication Service invocation

IEC 62769-7 specifies that both Gateways and FDI Communication Servers implement the communication services. Those services are specified in IEC 62769-7.

In order to allow the flexibility that is necessary to represent a variety of different scenarios involving communication between the communication server and the physical devices, IEC 62769-7 specifies that some communication services are provided through a communication service provider. While the communication service provider allows multitasking and enhances the communication capabilities of a communication device, it requires parallel execution in the server. The details about communication service providers (ServerCommunicationServiceType and GatewayCommunicationServiceType) are specified in IEC 62769-7. The requirements for parallel execution in the service are described through the rules stated in Clause 8.

The difference between a Gateway and an FDI Communication Server is about how or where these services shall be invoked:

- a) If the communication device is an FDI Communication Server, the FDI Server invokes a communication service directly at the FDI Communication Server using an OPC UA Method service Call specified in IEC 62541-4. This call will end up in actual fieldbus communication.
- b) If the communication device is part of a Gateway, the FDI Server invokes the communication service in terms of invoking an Action implemented by the Business Logic of the specific Gateway. The behavior (reaction) of the Gateway Business Logic is described in IEC 62769-7.

7.3.2 Analyze communication path

The Information Model defined in IEC 62769-5 supports a hierarchical topology. As shown in Figure 20 the topology reflects the physical network topology. The communication path analysis function allows the FDI Server to determine how communication messages need to be propagated from the Device that triggered a communication request to the Communication Device implementing the network access (root communication device) and which communication relations need to be activated before. Subsequent text will only consider the root communication device based on the FDI Communication Server.

The FDI Server identifies the communication path between a Device and an FDI Communication Server according to the following rules:

- a) Topology iteration starts from the node representing the Device passing the elements Device Connection Point, Network, Communication Device Connection Point to the Communication Device within the same Network hierarchy. In this way, the FDI Server determines the local communication relation. A Communication Device that is associated next to the Device implements the communication service provider for this Device, this means the FDI Server shall propagate the communication service request between the Device and Communication Service Provider.
- b) The FDI Server identifies a communication gateway along its Information Model structure as demonstrated in Figure 20. The key indicators are the Communication Device organized below a Device using the “has Component” relation. This specific device is called Gateway Head Station, which is connected to a different Network via a Connection Point. From here, the iteration continues as described in a).
- c) The topology iteration procedure ends with finding the communication root device. The FDI Server identifies an FDI Communication Server (communication root device) because it has no association to other networks than the network for which the FDI Communication Server implements the communication service provider.

NOTE How the FDI Server determines System Communication Device is out of the scope of this standard.

7.3.3 Manage communication relations

Prior to any data exchange related transfers the FDI Server needs to establish or activate the communication relation between the Device representations in the Information Model and the physical network connected device. The invocation sequence of the communication service Connect on any of the Communication Devices along the communication path shall begin with the root communication device. The communication service Connect is specified in IEC 62769-7.

The Device Connection Point contains the address information to be used for the Connect service. The Information Model element FunctionalGroupType:Identification contains optionally required protocol specific device type identification data. The Connect service argument names shall match with the browse names of the Information Model elements that hold related values (browse name matching).

The successful execution of service Connect activates the local communication relation between a Device and a Communication Device associated to the same network. The successful execution of service Connect on a network higher in a hierarchy is a prerequisite to a successful execution of the service Connect on a network lower in the hierarchy. The reason for this is the Gateway Business Logic that can invoke other communication services requiring an activated communication relation.

The FDI Server manages a CommunicationRelationId according to IEC 62769-7.

A connection abort indication or the invocation of service Disconnect as described in IEC 62769-7 deactivates the local communication relation and any of the local communication relations in networks lower in the hierarchy.

7.3.4 Communication service request mapping

The FDI Server receives communication service requests from Devices or Gateways through:

- a) the Online Variable Read
- b) the Online Variable Write
- c) the Business Logic invoking the communication related EDDL Built-In function, for example, send, send_all_values, send_command, send_command_trans, send_trans, send_value, WRITE_COMMAND, READ_COMMAND, and so on.

Like the Device all of these communication service requests related source events apply to the EDDL PROFILE (IEC 61804-3). The FDI Server shall handle the communication service requests according to EDDL defined PROFILES.

Since the EDDs shipped with the FDI Packages can describe relations between VARIABLE elements and COMMAND elements, the Variable Read or Write access can be mapped to a COMMAND description because of a particular COMMAND description that refers to a particular VARIABLE. Such COMMAND descriptions contain communication service arguments and instructions about how to create the data payload of a communication service.

If no COMMAND Description is present the VARIABLE identifier (Name) and the VARIABLE value are the only communication service Transfer arguments.

Once the FDI Server has determined the communication service arguments from EDD it can map it to the communication service Transfer (IEC 62769-7) arguments based on name matching. Transfer arguments shall have the same names, data types and semantics as described for a protocol specific COMMAND definition.

Example:

The COMMAND description contains the attributes SLOT, INDEX, REQUEST, REPLY. The protocol specific signature of the Transfer service shall envision:

```

Transfer (
    [in] String      communicationRelationId,
    [out] Integer    serviceError,
    [in] unsigned char SLOT,
    [in] unsigned char INDEX,
    [in] char[]      REQUEST,
    [out] char[]     REPLY)
    
```

NOTE The arguments `communicationRelationId` and `serviceError` are described in IEC 62769-7.

7.3.5 Communication service request propagation

Subclause 7.3.5 describes how the FDI Server manages the communication message propagation along the communication path. The following Figure 21 represents an example scenario derived from Figure 20.

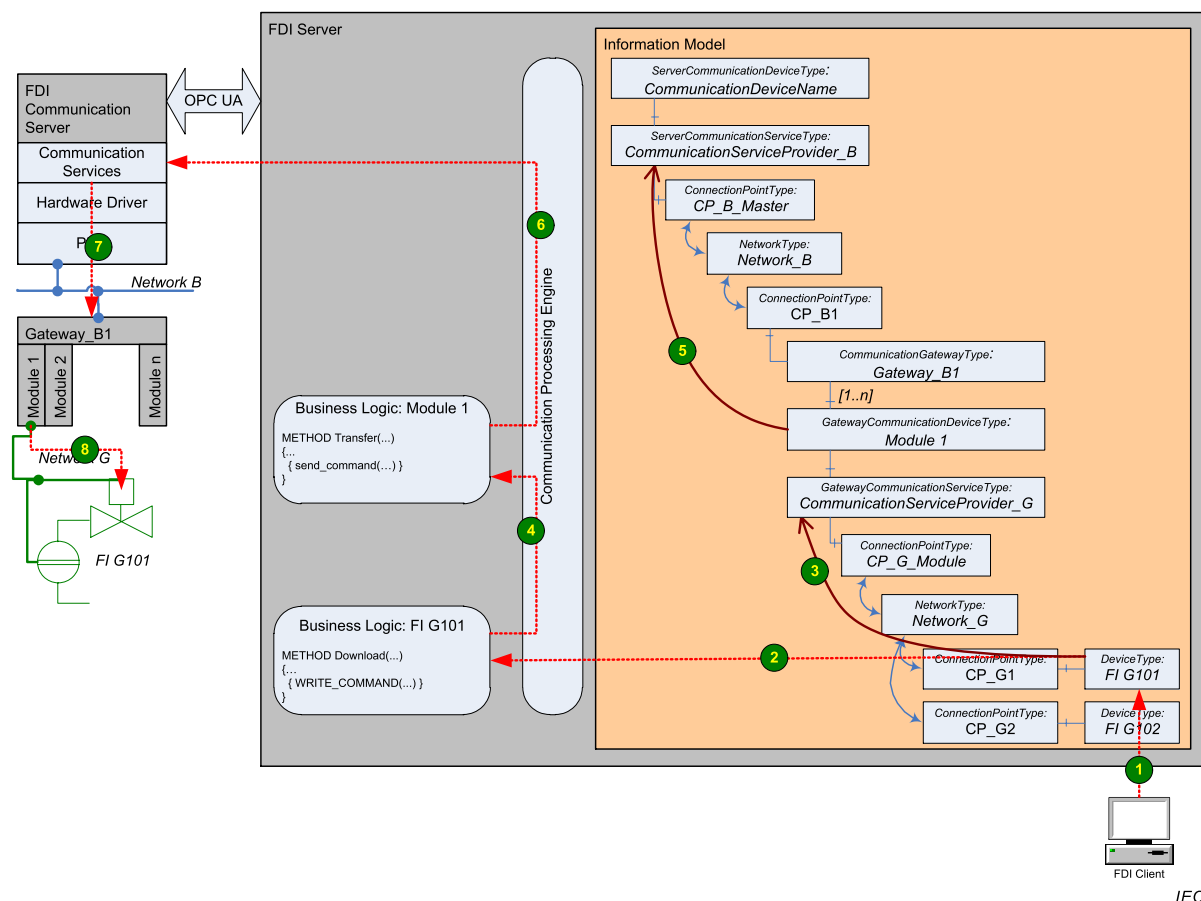


Figure 21 – Message propagation example scenario

NOTE 1 The numbers in brackets (1) to (8) used in the the following description refer to elements in Figure 21.

The FDI Server detects a communication request because of an FDI Client (1) invoking an Action (2). The processing of that Action (METHOD Download) invokes the communication request related EDDL Built-In such as WRITE_COMMAND that has been mapped to Transfer service arguments as described in 7.3.4.

The FDI Server processes the message propagation related iterations upwards through the hierarchy of the topology.

The FDI Server shall always determine the next Communication Service Provider along the communication path (3) and (5) (see 7.3.2) and invoke the service Transfer there.

If the Communication Service Provider processing the Transfer service is in an FDI Communication Server the Transfer service needs to be invoked using the OPC UA service Call (6).

NOTE 2 The Communication Service Provider in the FDI Communication Server sends the protocol specific message to the physical network (7).

If the Communication Service Provider processing the Transfer service is in a Gateway the processing of that related Business Logic will cause other communication request related EDDL Built-In invocations, for example, send_command (4). The iteration procedure enters the next recursion determining the next Communication Service Provider along the communication path (5) (see 7.3.2) and invokes the service Transfer there.

NOTE 3 The gateway implementation of service Transfer is device specific. The Transfer logic wraps the incoming Transfer argument values and creates another message to be sent out calling a communication request related EDDL Built-In, see IEC 61804-5.

The Transfer logic can invoke multiple communication requests as this might be needed to manage the protocol bridge function. The physical gateway device unwraps and forwards the message (4) to the physical device (8).

The FDI Server managed communication propagation process is a recursive process in which the Business Logic execution of one Device can invoke the Business Logic execution of a different Device. This FDI Server needs to maintain an invocation stack.

7.3.6 Communication error handling

The FDI Server is responsible for handling communication errors. The FDI Server detects errors either from the Communication Service Provider returned service invocation results as specified in IEC 62769-7 or through EDDL built-ins for abort processing.

The FDI Server aborts all communication Actions waiting for a response if a communication error or abort is received.

The FDI Server will return a failure to the originating service if a communication error or abort is received.

7.4 FDI Communication Server specific handling

7.4.1 Discovery

IEC 62769-7 describes the FDI Communication Server implemented discovery support in terms of:

- a) VARIABLE definitions describing the FDI Communication Server's identification data that are represented in the FDI Server hosted Information Model,
- b) FDI Communication Server implemented usage of IEC 62541-4 specified discovery services.

The FDI Server uses the services FindServers and the GetEndpoint IEC 62541-4 specified discovery service set to determine the FDI Communication Server. The FDI Server shall match the FDI Communication Server's defined identification data with values returned from the functions FindServers and GetEndpoints.

The FDI Server implements the IEC 62541-4 specified Discovery Server.

7.4.2 Information Model synchronization

According to IEC 62769-7 the FDI Communication Package contains an EDD element describing the VARIABLES and Business Logic mapped in to the Information Model. IEC 62769-7 also describes the overlap between the FDI Communication Server hosted Information Model and the FDI Server hosted Information Model. This overlap represents the shared Information Model.

The FDI Server synchronizes the shared Information Model:

- a) Any access to an offline node of the Information Model is locally handled through the Information Model.
- b) The FDI Server handles a write access to an online node of the Information Model by performing the same write access in FDI Communication Server hosted Information Model.
- c) Any read of an online node of the Information Model results in a read operation on the corresponding node of the FDI Communication Server hosted Information Model.
- d) Any configuration changes affecting the modular structure represented in the Information Model are copied from the FDI Server hosted Information Model to the FDI Communication Server hosted Information Model.

8 Parallel Execution within the FDI Server

8.1 Motivation

Within the EDDL concept, each device is described by a set of parameters and an EDD that describes and handles relations between the parameters and their attributes. Each combination of the EDD and the respective set of parameters builds an entity describing a device instance (called EDD Entity hereafter). EDDL allows only synchronous operation with such an entity without any parallel execution. Therefore when the EDD Entity is performing an action (e.g. reading a variable value, executing a method, etc.) any other action request shall be postponed until the action execution is finished.

As long as there is no relation between EDD Entities the action for EDD Entities can be executed independently and subsequent action requests can be queued without any risk to force a deadlock.

As soon as relations between EDD Entities have to be handled, the FDI Server has to control the execution within the EDD Entities in a way that deadlock scenarios or parallel execution within one EDD Entity are prohibited.

Nested communication is a concept based on interaction between EDD Entities. When handling multiple communications at once the FDI Server has to handle actions in the FDI system in parallel. To prevent deadlock scenarios, the FDI Server has to follow well defined execution rules.

8.2 Internal structure of the EDD interpreter

A core component of an FDI Server is the EDD interpreter (see Clause A.1). The EDD interpreter can be seen as a component that consists of EDD entities. Each EDD entity itself consists of the following parts:

- An associated EDD for a device or a component of a modular device.
- A set of data representing the state of the EDD entity and containing data that the interpreter requires to run the EDD associated with the data set. This data for example might contain the offline data set for the associated device and cached data of the

connected device. It also contains additional information the interpreter needs for EDD specific calculations.

- The interpreter logic that is triggered from outside and when triggered interprets the EDD, performing subsequent activities, changes the state and delivers calculation results.

8.3 Rules for running an EDD entity

As mentioned in 8.2, an activity at EDD entities is initiated always by a trigger. There are two kinds of triggers:

- a) A trigger from the EDD entity itself that the interpreter logic requires for a correct EDD execution. An example for such triggers is periodic updates of dynamic variables.
- b) A trigger that is a consequence of a service request from outside the FDI Server.

For example:

- 1) service requests from an FDI Client
- 2) service requests from an OPC-UA client

The execution of an activity at an EDD entity has to follow the rules given below:

- a) An activity at an EDD entity is always a consequence of a trigger.
- b) An activity at an EDD entity cannot be interrupted.
- c) An activity runs until the activity is finished or aborted.
- d) An EDD entity can only execute one activity at a time.
- e) An activity executed by an EDD entity always performs a non-interruptible process from the perspective of the EDDL logic. Such processes are for example:
 - 1) calculation of EDD objects,
 - 2) reading a variable from a device,
 - 3) writing a variable to a device,
 - 4) editing a variable,
 - 5) any activity that is embraced with pre- and post actions,
 - 6) executing an EDD method.
- f) An active EDD entity may initiate sub-activities. While a sub-activity is ongoing the current activity at the EDD entity is paused. There are two kinds of sub-activities:
 - 1) the active EDD entity calls another EDD entity (e.g. nested communication or calls using cross-block and cross-module references),
 - 2) the active EDD entity requests another external service (e.g. communication, request for user interaction).
- g) While an activity is paused re-entrance for activities is possible for those activities that are a consequence of the paused activity. Activities started by other triggers have to be blocked until the paused activity at the entity is finished.
- h) When an activity chain of a trigger is blocked, there exists a blocking relation to another trigger and its activity chain. If this activity chain is blocked too, there is again a blocking relation to another trigger. Such series of blocking relations have to be monitored for recursion each time an activity chain has to be blocked. Recursion in the series of blocking dependencies indicates a deadlock scenario.
- i) The server can resolve deadlock scenarios by aborting one of the involved activity chains.

Annex A (informative)

FDI Server functional structure

A.1 FDI functional elements

The normative definition of an FDI Server is as shown in Figure 1. A non-normative view of an FDI Server shows the functional components that comprise the FDI Server and is shown in Figure A.1.

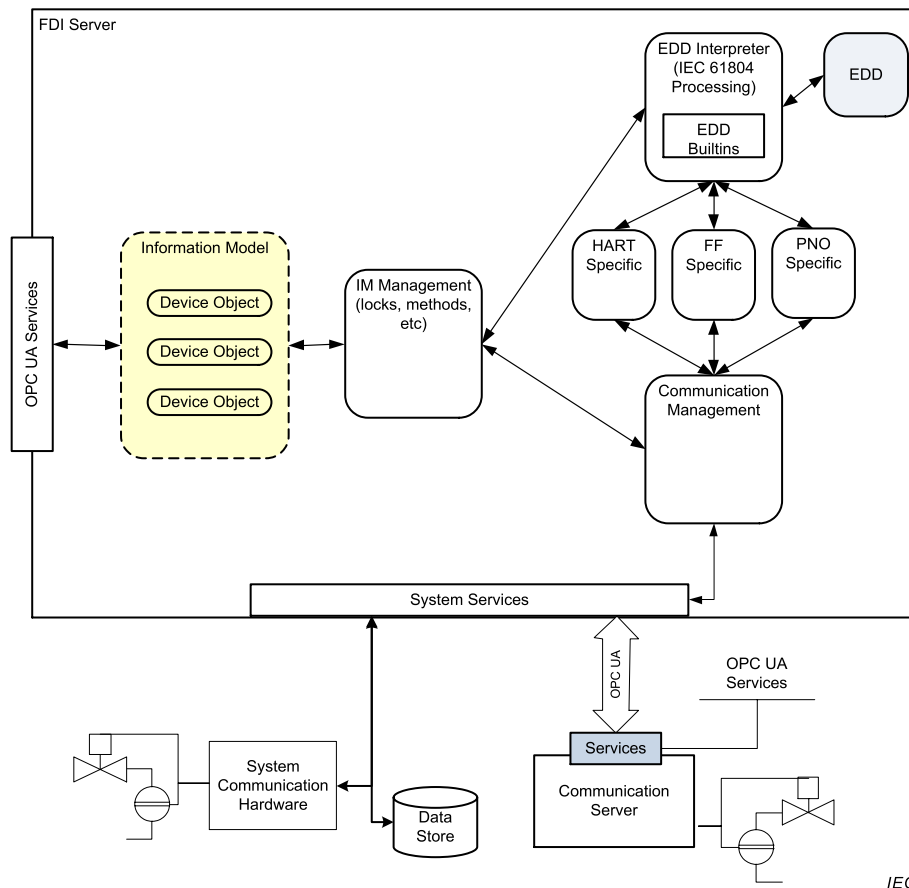


Figure A.1 – Functional components of an FDI Server

The FDI Server functionally contains an EDD interpreter that conforms to IEC 61804-3. The EDD interpreter provides descriptive information that is exposed in the Information Model, for example, device variables and standard menus. The EDD interpreter also provides the method execution functionality for IEC 61804-3.

Although IEC 61804-3 defines a standard EDD language, there are protocol specific differences between EDDs. The FDI Server implements protocol specific components. The protocol specific components are used both as part of the EDD interpretation as well as for formatting communication.

The FDI Server contains node management functionality that provides the support for the Information Model. The Information Management component maintains the Information Model, handles multi-user requests, including lock management, and executes methods. The functionality provided by the Information Model management component is not restricted to

FDI functionality. The IM management component may also provide general OPC UA functionality unrelated to FDI.

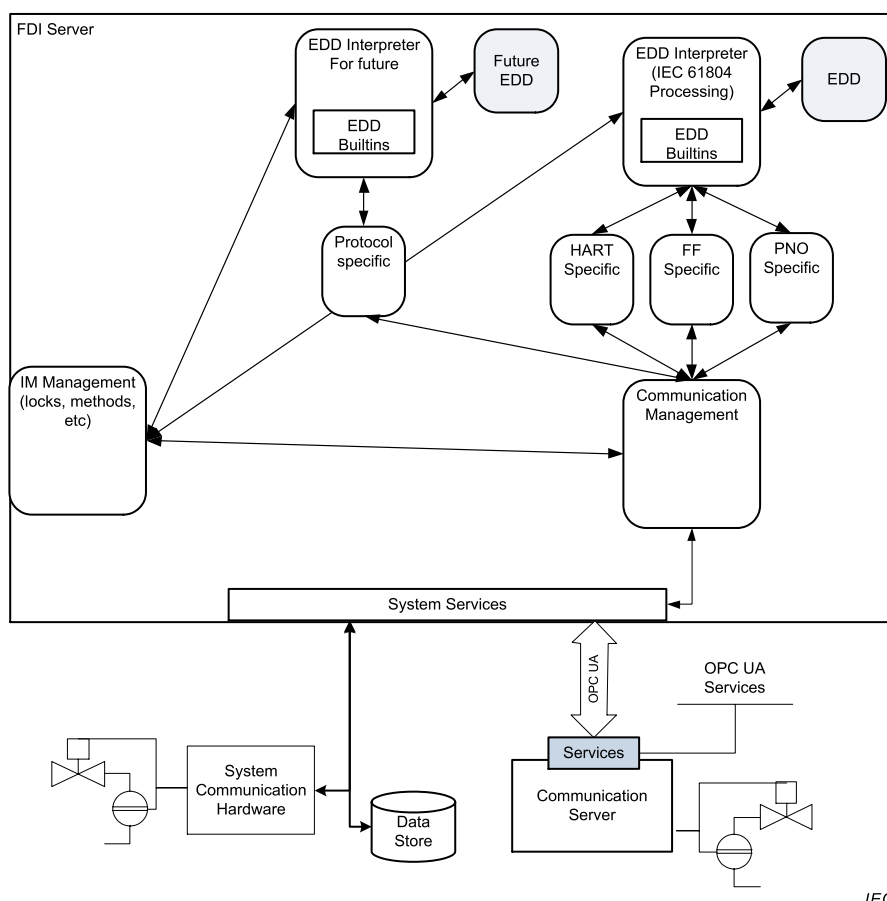
Service requests that result in physical read and write operations are passed to a communication manager. The communication manager provides the functionality required for communication including state management of the communication requests. The communication manager contains the information to interact with system communication devices.

The communication manager interacts with protocol specific components to create the actual messages transmitted on the fieldbus. The protocol specific components interact with the EDD interpreter to retrieve information from the EDD to create the protocol specific messages. The messages may be commands as in HART or the messages may be service requests as in FF. The actual message is created by the protocol specific component.

The communication manager is responsible for managing the Nested Communication. The communication manager initiates the communication chain through the creation of protocol specific messages. The communication manager then passes the message through the chain of communication devices in the topology until a top level device is reached. The communication manager then interacts with the communication drivers for the top level device. The interaction may be proprietary if the communication is through a system device. The communication may also be standardized through OPC UA to an FDI Communication Server.

A.2 FDI Server extension

An FDI Server can be extended to support future descriptive and protocol technologies through the addition of new interpreters and protocol handlers as illustrated in Figure A.2.



IEC

Figure A.2 – FDI Server extensions

These extensions, just like the support for FF, HART, and PNO, are specific to the implementation provided by the vendor of the FDI Server.

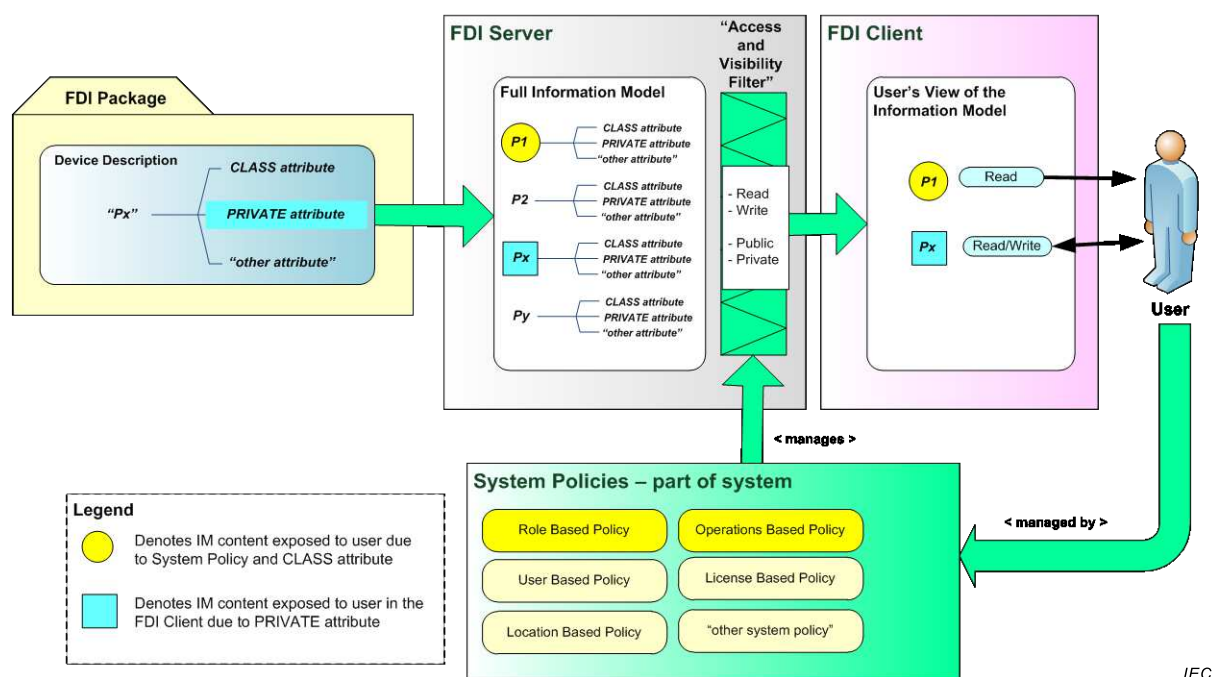
Annex B (informative)

Access privileges and user roles

B.1 User roles and usage case

The specification for the Device Definition of an FDI Package contains a CLASS attribute in some elements. The CLASS attribute is supplied by the device vendor in the FDI Package and defines the intended usage of the Information Model element. The FDI Server makes the usage categories available to the system so user access and visibility to Information Model elements can be controlled by the system, possibly through the enforcement of system policies. The FDI Server reacts to the system defined policies to independently enforce the read/write access and public/private visibility of Information Model elements made available to users.

Figure B.1 depicts the relationship between the FDI Package, FDI Server, FDI Client, system, and user.



IEC

Figure B.1 – User roles and access privileges

The following relationships are noted:

The FDI Device Package identifies attributes associated with each element in the device description. These attributes become part of the Information Model that is managed by the FDI Server.

The CLASS attribute is made available to the system through the Information Model. It is an attribute for identifying the use cases, or usage scenarios, that are applicable to the Information Model element. The FDI host can use the CLASS attribute – in particular the value SPECIALIST – to determine whether the user of the FDI Client has access to the Information Model element and what level of access is allowed. The mechanism for making this determination is part of the system policy model that is internal to the system and outside of the scope of the FDI.

The system shall convey the access level for each Information Model element to the FDI Server so it can enforce the access model of the Information Model element for the user. The FDI Server is only the enforcer of the access rules, it does not decide “who” or “why”. The system makes all of the “who” and “why” decisions, using both the CLASS attribute provided in the FDI Package and the system policies managed by the system. Some potential system policies may include, but are not limited to the following:

- Role Based Policy
- User Based Policy
- Location Based Policy
- Operations Based Policy
- License Based Policy
- Other Policies

B.2 Private data usage

Among the attributes that have been prescribed by the FDI specification is an attribute for identifying whether an Information Model element, including data and Actions, is private to the elements in the FDI Device Package. This attribute, referred to as PRIVATE attribute in Figure B.1, determines whether an element in the Information Model is visible to FDI Clients during browse operations on the Information Model. The FDI Package elements have prior knowledge of private data and Actions in the Information Model and are able to access these private elements in accordance with access rules defined by CLASS attribute and system policy.

Access and visibility are independent attributes. For example, a private Action may be limited to user access during online usage scenarios.

System policy shall not be allowed to override the PRIVATE attribute in the Information Model. For example, the system policy cannot make private data public or public data private. The PRIVATE attribute is internally managed by device vendors.

Annex C (informative)

Parallel execution within the FDI Server – Examples

C.1 Simple example for a synchronous execution

The generic examples in Clause C.1 are intended to visualize, for a better clarification, the rules given in 8.3.

Figure C.1 schematically shows the simplest example of a synchronous execution of two triggered activities. Both activities can be executed independently, because different EDD entities are involved.

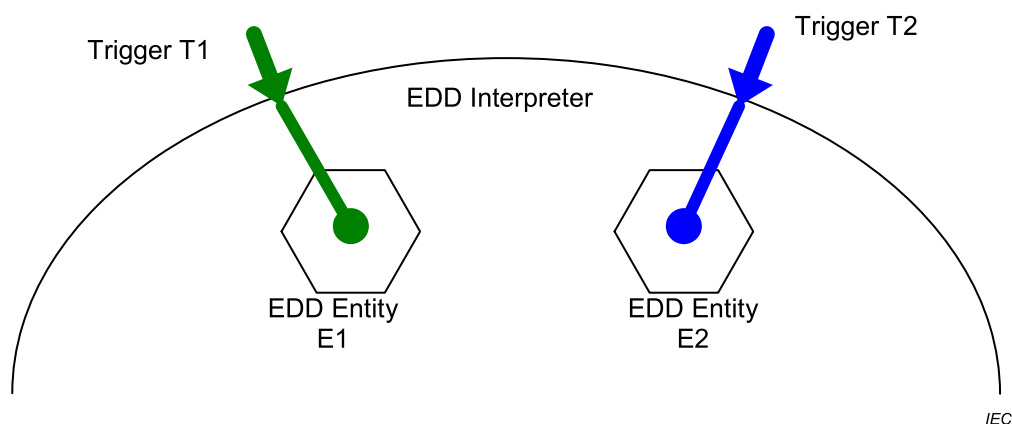


Figure C.1 – Synchronous execution of two triggers

C.2 Example for a concurrent execution

Figure C.2 shows a use case where two synchronous triggers try to access one and the same activity. While the activity of trigger T1 is executed, trigger T2 is blocked.

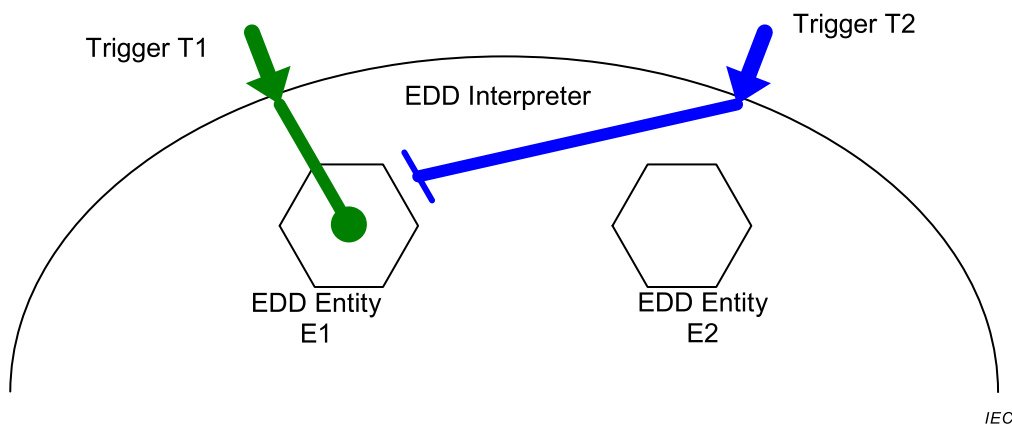


Figure C.2 – Concurrent execution of two triggers (step1)

In Figure C.3 the activity of T1 is paused in EDD Entity E1 to execute a sub activity in E2. The activity of T2 is blocked until the activity of T1 is finished.

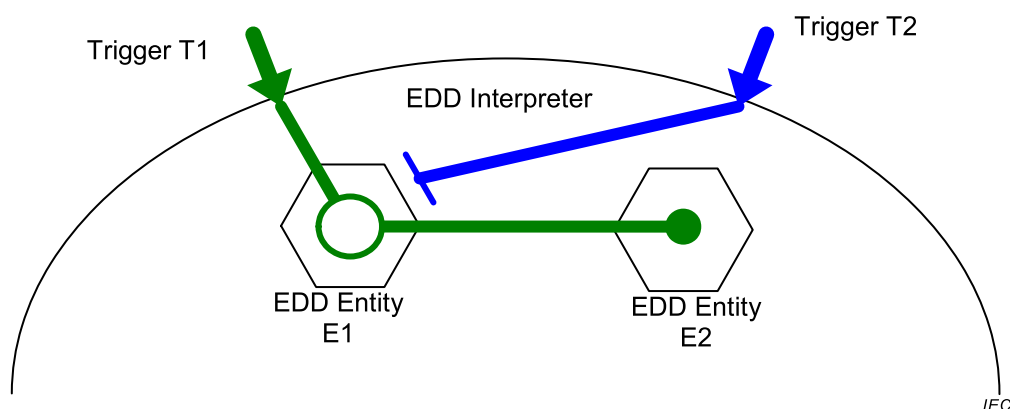


Figure C.3 – Concurrent execution of two triggers (step 2)

In Figure C.4 the sub activity in E2 initiates another sub activity back again in E1. This call back is allowed, because it is a direct consequence within the activity chain initiated by trigger T1 while activities of trigger T2 continue to be blocked.

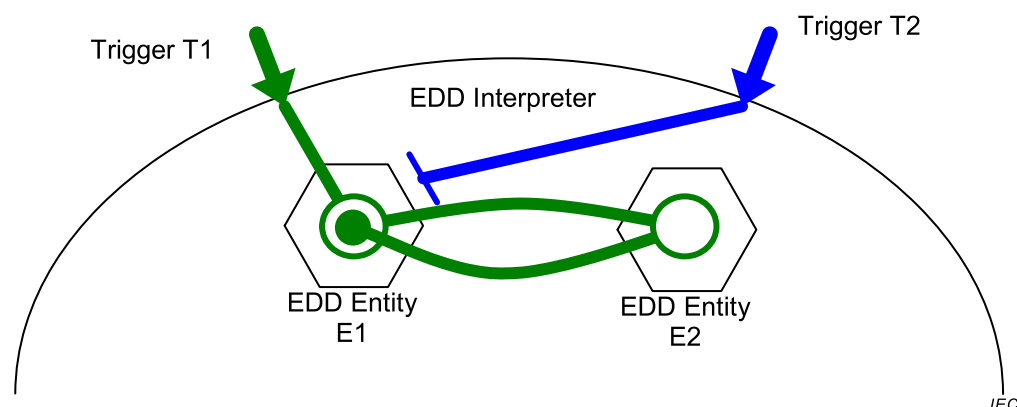


Figure C.4 – Concurrent execution of two triggers (step 3)

Figure C.5 shows that the activity of trigger T1 is finished in EDD Entity E1. Now the activity of trigger T2 can be started.

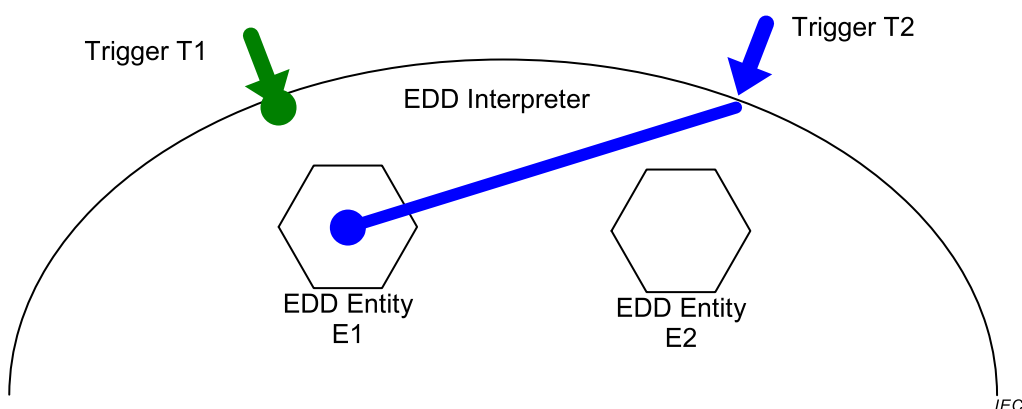


Figure C.5 – Concurrent execution of two triggers (step 4)

C.3 Deadlock detection in concurrent execution

A deadlock situation is shown in Figure C.6. The activity of trigger T1 wants to access EDD Entity E2 as a sub activity of an activity in EDD Entity E1 and trigger T2 wants to access E1 as a sub activity of an activity in E2 at the same time. Both activity chains deadlock one another.

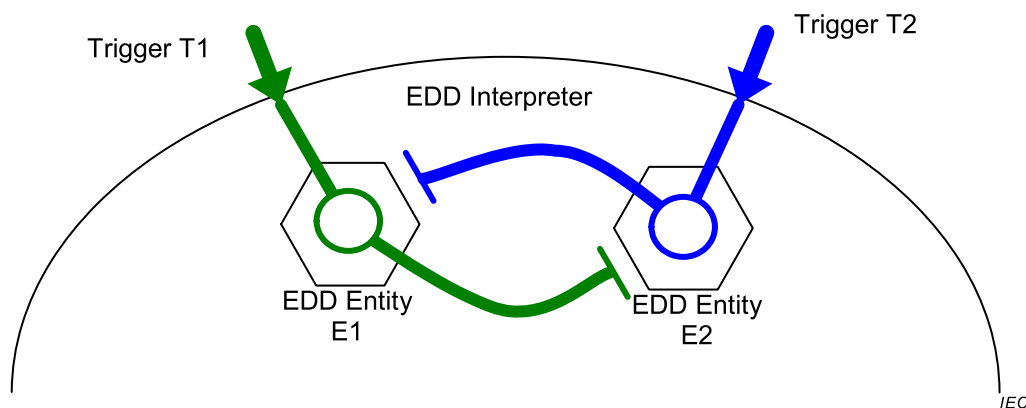


Figure C.6 – Concurrent execution of two triggers

In fact the activity chain of trigger T1 is blocked by the activity chain of trigger T2 and vice versa. The above example is one of the simplest deadlock scenarios, probably it will happen that much more complex deadlock scenarios occur that usually have a couple of more activity chains involved.

Independently from the complexity of a deadlock scenario, there exists a simple rule to detect deadlocks by monitoring blocking dependencies of activity chains. If activity chain of trigger $T(n)$ is blocked by activity chain of trigger $T(n+1)$ and $T(n+1)$ is blocked by $T(n+2)$ a deadlock scenario is reached when this relation circles back and a trigger $T(m)$ is blocked by $T(n)$. It is not a deadlock scenario as long as the series of blocking dependencies ends up in a non-blocked activity chain.

Usually it can be expected that the reason for a deadlock scenario is found in an involved device package. Therefore device package developers should use cross-block and cross-module references only with care and caution.

Nevertheless the FDI Server is responsible for detecting deadlock scenarios. If the FDI Server has detected a deadlock scenario it can break it by aborting one of the involved activity chains and even recall the aborted trigger at a later time.

Bibliography

IEC 61804-5, *Function blocks (FB) for process control and Electronic Device Description Language (EDDL) – Part 5: EDDL Built-in library*

IEC 62769-6, *Field Device Integration (FDI) – Part 6: FDI Technology Mapping*

FDI-2021, *FDI Project Technical Specification – Part 1: Overview*
<available at www.fdi-cooperation.com>

FDI-2022, *FDI Project Technical Specification – Part 2: FDI Client*
<available at www.fdi-cooperation.com>

FDI-2023, *FDI Project Technical Specification – Part 3: FDI Server*
<available at www.fdi-cooperation.com>

FDI-2024, *FDI Project Technical Specification – Part 4: FDI Packages*
<available at www.fdi-cooperation.com>

FDI-2025, *FDI Project Technical Specification – Part 5: FDI Information Model*
<available at www.fdi-cooperation.com>

FDI-2026, *FDI Project Technical Specification – Part 6: FDI Technology Mapping*
<available at www.fdi-cooperation.com>

FDI-2027, *FDI Project Technical Specification – Part 7: FDI Communication Devices*
<available at www.fdi-cooperation.com>

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	65
INTRODUCTION	67
1 Domaine d'application	68
2 Références normatives	69
3 Termes, définitions, abréviations et acronymes	70
3.1 Termes et définitions	70
3.2 Abréviations et acronymes	70
4 Vue d'ensemble	70
5 Modèle d'information	71
5.1 Généralités	71
5.2 Online (en ligne)/Offline (hors ligne)	72
5.2.1 Vue d'ensemble	72
5.2.2 Transfer to device (Transfert vers l'appareil)	72
5.2.3 Transfer from device (Transfert à partir de l'appareil)	73
5.3 Privilèges d'accès	73
5.4 Paramètres privés	73
5.5 Locking (Verrouillage)	74
5.6 EditContext	75
5.6.1 Concept et modèle d'utilisation	75
5.6.2 Services	77
5.6.3 NodeIds	77
5.6.4 Lecture	78
5.6.5 Ecriture	78
5.6.6 Ecriture de variables dominantes et dépendantes	78
5.6.7 Actions (METHODES EDD)	79
5.6.8 HUY	80
5.6.9 Synchronisation	80
5.7 Lecture	80
5.7.1 Généralités	80
5.7.2 Lecture de variables hors ligne	81
5.7.3 Lecture de variables en ligne	82
5.8 Ecriture	84
5.8.1 Généralités	84
5.8.2 Ecriture de variables hors ligne	84
5.8.3 Ecriture de variables en ligne	86
5.8.4 Ecriture dans un EditContext	87
5.9 Subscription (Abonnement)	89
5.9.1 Généralités	89
5.9.2 Abonnement aux variables hors ligne	90
5.9.3 Abonnement aux variables en ligne	91
5.10 Topologie d'appareils	92
5.10.1 Généralités	92
5.10.2 Points de connexion	93
5.10.3 Gestion de topologie	94
5.10.4 Balayage de topologie	98
5.10.5 Utilisation de la fonction SCAN	100

5.10.6	Validation de la topologie définie	101
5.11	Eléments de l'interface utilisateur	101
5.11.1	Descriptions d'interface utilisateur	101
5.11.2	Plugiciels d'interface utilisateur.....	102
5.12	Actions	102
5.12.1	Interaction Serveur FDI – Client FDI	102
5.12.2	Diagramme d'états Action	106
5.12.3	Proxys d'Actions	108
5.12.4	Actions, Actions EDD et Proxys d'Actions	108
6	Services OPC UA	110
6.1	Profils OPC UA	110
6.2	Informations relatives aux erreurs de services	110
6.2.1	Vue d'ensemble	110
6.2.2	Services OPC UA et leur réponse	110
6.2.3	Mappings des codes de réponse EDDL à la réponse à la demande de service OPC UA.....	111
6.3	Mise à jour de valeurs de paramètres au cours de demande de service write.....	112
6.4	Localisation	112
6.5	Evénements d'audit.....	112
7	Communication.....	113
7.1	Notation	113
7.2	Généralités	113
7.2.1	Concepts	113
7.2.2	Termes	116
7.3	Traitement de service de communication	116
7.3.1	Invocation de service de communication.....	116
7.3.2	Analyse de chemin de communication	117
7.3.3	Gestion des relations de communication.....	117
7.3.4	Mapping des demandes de services de communication	118
7.3.5	Propagation des demandes de services de communication.....	119
7.3.6	Traitement des Erreurs de communication	120
7.4	Traitement spécifique à un Serveur de communication FDI	120
7.4.1	Discovery ("Découverte").....	120
7.4.2	Synchronisation de Modèles d'information	121
8	Exécution parallèle au sein du Serveur FDI	121
8.1	Motivation	121
8.2	Structure interne de l'interpréteur EDD	122
8.3	Règles pour exécuter une entité EDD	122
Annexe A (informative)	Structure fonctionnelle d'un Serveur FDI	124
A.1	Eléments fonctionnels FDI	124
A.2	Extension de Serveur FDI	125
Annexe B (informative)	Privilèges d'accès et rôles d'utilisateur	128
B.1	Rôles d'utilisateur et cas d'utilisation	128
B.2	Utilisation de données privées	130
Annexe C (informative)	Exécution parallèle au sein du Serveur FDI – Exemples.....	131
C.1	Exemple simple pour une exécution synchrone	131
C.2	Exemple pour une exécution simultanée	131
C.3	Détection d'impasse en exécution simultanée	133

Bibliographie.....	134
Figure 1 – Diagramme de l'architecture FDI	69
Figure 2 – Services de verrouillage	74
Figure 3 – Modèles d'EditContext	76
Figure 4 – EditContext pour les Méthodes EDD	80
Figure 5 – Variable hors ligne lue	81
Figure 6 – Variable en ligne lue	83
Figure 7 – Ecriture immédiate de variables hors ligne	85
Figure 8 – Ecriture immédiate de variables en ligne	87
Figure 9 – Ecriture avec EditContext.....	89
Figure 10 – Abonnement à des variables hors ligne	90
Figure 11 – Abonnement aux variables en ligne	92
Figure 12 – Topologie avec des objets Réseaux (non normative).....	93
Figure 13 – Ajout d'un appareil à la topologie	95
Figure 14 – Retrait d'un appareil de la topologie	97
Figure 15 – Balayage de topologie.....	99
Figure 16 – Exécution d'Action.....	105
Figure 17 – Diagramme d'états Action	106
Figure 18 – Exemple d'intégration des communications d'un système	113
Figure 19 – Exemple d'intégration de Serveur de communication FDI	114
Figure 20 – Exemple d'intégration de passerelle	116
Figure 21 – Exemple de scénario de propagation de message	119
Figure A.1 – Composants fonctionnels d'un Serveur FDI.....	125
Figure A.2 – Extensions de Serveur FDI	126
Figure B.1 – Rôles d'utilisateur et privilèges d'accès.....	129
Figure C.1 – Exécution synchrone de deux déclencheurs	131
Figure C.2 – Exécution simultanée de deux déclencheurs (étape 1).....	131
Figure C.3 – Exécution simultanée de deux déclencheurs (étape 2).....	132
Figure C.4 – Exécution simultanée de deux déclencheurs (étape 3).....	132
Figure C.5 – Exécution simultanée de deux déclencheurs (étape 4).....	132
Figure C.6 – Exécution simultanée de deux déclencheurs.....	133
Tableau 1 – Etats d'Action	107
Tableau 2 – Transitions d'états Action	107
Tableau 3 – Types d'Actions EDD et les constructions EDD qui les utilisent	109
Tableau 4 – Bits "sévérité" de l'OPC UA et TYPE des codes de réponse EDDL	111

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INTÉGRATION DES APPAREILS DE TERRAIN (FDI) –

Partie 3: Serveur FDI

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.

La Norme internationale IEC 62769-3 a été établie par le sous-comité 65E: Les appareils et leur intégration dans les systèmes de l'entreprise, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
65E/346/CDV	65E/423/RVC

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62769, publiées sous le titre général *Intégration des appareils de terrain (FDI)*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation de brevets intéressant:

- a) la méthode de fourniture et d'installation des fonctionnalités spécifiques aux appareils (cf. famille de brevets DE10357276);
- b) la méthode et l'appareil utilisés pour l'accès à un module fonctionnel du système d'automation (cf. famille de brevets EP2182418);
- c) les méthodes et les appareils utilisés pour diminuer les exigences mémoire relatives aux applications logicielles du système de commande de processus (cf. famille de brevets US2013232186);
- d) modèle d'objet d'appareil extensible (cf. famille de brevets US12/893,680).

L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété.

Le détenteur de ces droits de propriété a donné l'assurance à l'IEC qu'il consent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, soit sans frais soit à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. A ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété est enregistrée à l'IEC. Des informations peuvent être demandées à:

- a) ABB Research Ltd
Claes Ryttoft
Affolterstrasse 4
Zurich, 8050
Suisse
- b) Phoenix Contact GmbH & Co KG
Intellectual Property, Licenses & Standards
Flachsmarktstrasse 8, 32825 Blomberg
Allemagne
- c) Fisher Controls International LLC
John Dilger, Emerson Process Management LLLP
301 S. 1st Avenue, Marshalltown, Iowa 50158
Etats-Unis d'Amérique
- d) Rockwell Automation Technologies, Inc.
1 Allen-Bradley Drive
Mayfield Heights, Ohio 44124
Etats-Unis d'Amérique

L'attention est d'autre part attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux qui ont été mentionnés ci-dessus. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

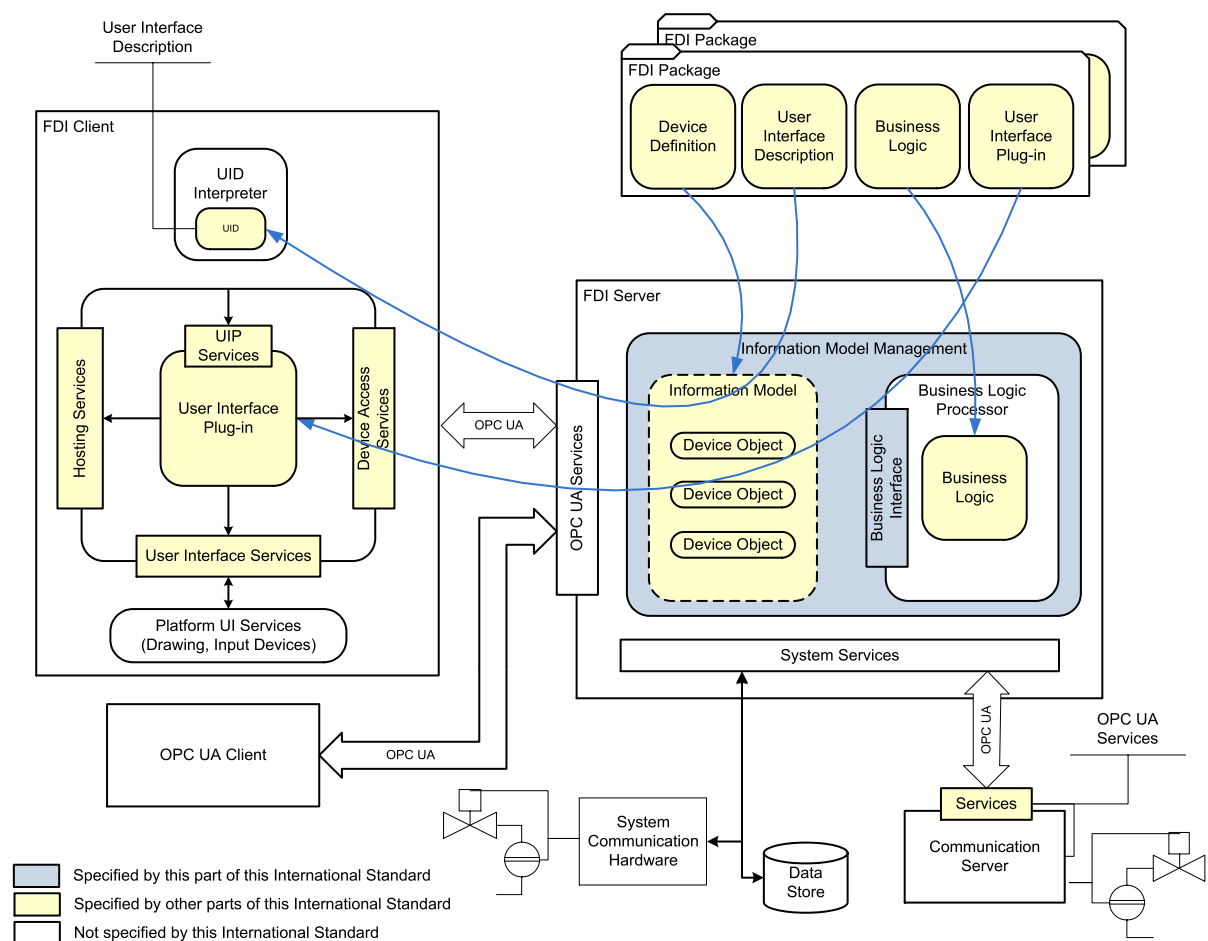
L'ISO (www.iso.org/patents) et l'IEC (<http://patents.iec.ch>) tiennent à jour des bases de données en ligne sur les brevets relatifs à leurs normes. Les utilisateurs sont encouragés à consulter ces bases de données pour obtenir l'information la plus récente concernant les brevets.

INTÉGRATION DES APPAREILS DE TERRAIN (FDI) –

Partie 3: Serveur FDI

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62769 spécifie le Serveur FDI. L'architecture FDI complète est présentée à la Figure 1. Les composants architecturaux relevant du domaine d'application du présent document ont été mis en évidence dans cette figure.



IEC

Anglais	Français
User Interface Description	Description d'interface utilisateur (UID)
FDI Client	Client FDI
UID Interpreter	Interpréteur d'UID
UID	UID
Hosting Services	Services d'hébergement
UIP Services	Service UIP (Plugiciel d'interface utilisateur)
User interface Plug-in	Plugiciel d'interface utilisateur
Device Access Services	Services d'accès à l'appareil
User Interface Services	Services d'interface utilisateur

Anglais	Français
Platform UI Services (Drawing, Input Devices)	Services d'interface utilisateur (UI) de plate-forme (Dessin, appareils d'entrée)
OPC UA Client	Client OPC UA
OPC UA	OPC UA (Architecture Unifiée OPC)
FDI Package	Paquetage FDI
DeviceDefinition	Définition d'appareil
User Interface Description	Description d'interface utilisateur
Business Logic	Logique applicative
User Interface Plug-in	Plugiciel d'interface utilisateur
FDI Server	Serveur FDI
OPC UA Services	Service OPC UA
Information Model Management	Gestion du Modèle d'information
Information Model	Modèle d'information
Device Object	Objet d'Appareil
Business Logic Interface	Interface de la logique applicative
Business Logic Processor	Processeur de la logique applicative
System Services	Services système
System Communication Hardware	Matériel de communication système
Data Store	Magasin de données
Services	Services
Communication Server	Serveur de communication
Specified by this part of this International Standard	Spécifié par la présente partie de la présente Norme internationale
Specified by other parts of this International Standard	Spécifié par d'autres parties de la présente Norme internationale.
Not specified by this International Standard	Non spécifié par la présente Norme internationale.

Figure 1 – Diagramme de l'architecture FDI

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 61804 (toutes les parties), *Blocs fonctionnels (FB) pour les procédés industriels et le Langage de description électronique de produit (EDDL)*

IEC 61804-3¹, *Blocs fonctionnels (FB) pour les procédés industriels et le langage de description électronique de produit (EDDL) – Partie 3: Sémantique et syntaxe EDDL*

IEC 61804-4², *Blocs fonctionnels (FB) pour les procédés industriels et le langage de description électronique de produit (EDDL) – Partie 4: Interprétation EDD*

¹ A paraître.

² A paraître.

IEC 62541 (toutes les parties), *Architecture unifiée OPC*

IEC 62541-4, *Architecture unifiée OPC – Partie 4: Services*

IEC 62541-7, *Architecture unifiée OPC – Partie 7: Profils*

IEC 62769-1, *Intégration des appareils de terrain (FDI) – Partie 1: Vue d'ensemble*

NOTE L'IEC 62769-1 est techniquement identique à la FDI-2021.

IEC 62769-2, *Intégration des appareils de terrain (FDI) – Partie 2: Client FDI*

NOTE L'IEC 62769-2 est techniquement identique à la FDI-2022.

IEC 62769-4, *Intégration des appareils de terrain (FDI) – Partie 4: Paquetages FDI*

NOTE L'IEC 62769-4 est techniquement identique à la FDI-2024.

IEC 62769-5, *Intégration des appareils de terrain (FDI) – Partie 5: Modèle d'Information FDI*

NOTE L'IEC 62769-5 est techniquement identique à la FDI-2025.

IEC 62769-7, *Intégration des appareils de terrain (FDI) – Partie 7: Appareils de communication FDI*

NOTE L'IEC 62769-7 est techniquement identique à la FDI-2027.

3 Termes, définitions, abréviations et acronymes

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 62769-1, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1.1

Proxy d'Actions

entité interne du Serveur FDI qui encapsule toutes les méthodes EDD spécifiées dans une définition d'Action EDD

Note 1 à l'article: L'abréviation "FDI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Field Device Integration".

Note 2 à l'article: L'abréviation "EDD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Electronic Device Definition".

3.2 Abréviations et acronymes

Pour les besoins du présent document, les abréviations et acronymes de l'IEC 62769-1 s'appliquent.

4 Vue d'ensemble

La structure d'un Serveur FDI est montrée à la Figure 1.

Les Serveurs de FDI qui prennent en charge la connectivité avec de Clients FDI de tierce partie doivent prendre en charge l'OPC UA. Un vendeur peut fournir aussi bien un Serveur FDI qu'un ou plusieurs Clients FDI. Dans ce cas, les Clients FDI peuvent communiquer avec le Serveur FDI par des protocoles propriétaires.

Un Serveur FDI communique avec des appareils par une Communication native (voir 7.2.1) et/ou par l'intermédiaire d'Appareils de communication (voir l'IEC 62769-7).

Un Serveur FDI fournit des informations aux Clients FDI par l'intermédiaire d'un Modèle d'information (voir l'IEC 62769-5) comme suit.

- Le Modèle d'information inclut des informations relatives aux Types d'appareils et aux Instances d'appareils. Les informations relatives à une Instance d'appareil comprennent des données hors ligne (données d'ingénierie) ainsi que des données en ligne (valeurs issues de l'appareil physique).
- Le modèle d'information est créé en utilisant des informations issues de Paquetages FDI. Toutefois, toutes les informations d'un Paquetage FDI ne sont pas reflétées dans le Modèle d'information.
- L'intégrité référentielle du Modèle d'information est maintenue en utilisant des informations issues de Paquetages FDI.
- Les Paquetages FDI peuvent contenir des Attachments (Pièces jointes) qui contiennent des manuels d'appareils et des informations spécifiques à un protocole (voir l'IEC 62769-4). Ces Pièces jointes, y compris les manuels d'appareils et les fichiers de prise en charge spécifiques à un protocole, sont exposées par l'intermédiaire du Modèle d'information.
- Les Paquetages d'appareils FDI contiennent des informations relatives aux types d'appareils (voir l'IEC 62769-4). Chaque type d'appareil défini dans un paquetage est mappé sur un nœud DeviceType distinct dans le Modèle d'information.
- Des Paquetages de Profils FDI sont utilisés pour assurer l'interaction avec les appareils pour lesquels il n'existe pas de Paquetage d'appareil FDI (voir l'IEC 62769-4).
- Les multiples révisions d'un Paquetage FDI génèrent des nœuds DeviceType distincts dans le Modèle d'information (voir l'IEC 62769-4).

Les Paquetages FDI contiennent des signatures numériques qui permettent à un Serveur FDI d'authentifier leur contenu (voir l'IEC 62769-4). Un Serveur FDI ne doit pas utiliser un Paquetage FDI si la signature numérique fournie par le Paquetage FDI n'est pas valide.

Un Serveur FDI doit vérifier la Version de technologie FDI (voir l'IEC 62769-1) de tout Paquetage FDI qui l'utilise pour s'assurer que ce Paquetage FDI est bien compatible avec le Serveur FDI.

5 Modèle d'information

5.1 Généralités

Le Serveur FDI doit utiliser la Définition d'appareil d'un Paquetage FDI pour maintenir le Modèle d'information.

La Définition d'appareil peut contenir certaines expressions conditionnelles. Des expressions conditionnelles sont utilisées lorsqu'un certain aspect de la Définition d'appareil n'est pas statique, mais dépend plutôt de l'état de l'appareil. Chaque fois que les valeurs en ligne ("online") ou hors ligne ("offline") d'une Instance d'appareil sont modifiées, le Serveur FDI doit réévaluer les expressions conditionnelles pertinentes et modifier le Modèle d'information en conséquence.

L'évaluation des expressions conditionnelles peut invalider des variables dans le Modèle d'information. Le Serveur FDI doit changer l'attribut AccessLevel des variables invalidées afin qu'elles soient plus lisibles ou inscriptibles et le statut de ces variables doit être mis à "bad" (c'est-à-dire, "mauvais"). Les demandes de services Read (lecture) et Write (Écriture) relatives à des variables invalidées doivent retourner un échec.

La Définition d'appareil peut spécifier des relations entre variables dans un appareil. Ces relations peuvent avoir un impact sur la valeur des variables dans le Modèle d'information.

Le Serveur FDI doit générer des Notifications de DataChange (Notifications de modifications de données) à l'intention de tous les Clients qui s'abonnent à des éléments du Modèle d'information qui ont changé.

Les Paquetages FDI fournissent une Business Logic (c'est-à-dire Logique applicative) qui est utilisée par le Serveur FDI pour maintenir l'intégrité du Modèle d'information. La Business Logic spécifiée dans un Paquetage FDI peut invoquer des fonctions intégrées qui doivent être mises en œuvre par le Serveur FDI. Les fonctions intégrées qui doivent être mises en œuvre par le Serveur FDI sont spécifiées dans l'IEC 61804.

5.2 Online (en ligne)/Offline (hors ligne)

5.2.1 Vue d'ensemble

Le Modèle d'information maintenue par le Serveur FDI contient des valeurs online ("en ligne") et offline ("hors ligne"). Les valeurs en ligne reflètent les valeurs dans l'appareil/composant physique. Les valeurs hors ligne reflètent les valeurs stockées dans une base de données de configuration.

Les valeurs offline sont mises à jour par l'intermédiaire de demandes de service d'écriture issues d'un Client FDI ou d'une Business Logic exécutée par le Serveur FDI. Les valeurs offline ne sont pas mises à jour lorsque le Serveur FDI lit ou écrit des données dans l'appareil.

Les valeurs online dans le Modèle d'information ne sont pas mises à jour par l'intermédiaire des demandes de service d'écriture. Les demandes couronnées de succès de service d'écriture par l'intermédiaire du Modèle d'information conduisent à des modifications des valeurs dans les appareils physiques. Les valeurs online dans le Modèle d'information seront ensuite mises à jour comme résultat de demandes de service de lecture ou d'abonnements.

Les Serveurs FDI peuvent fournir un mécanisme spécifique à un serveur pour créer des Instances d'appareils sans la présence d'équipement matériel ("hardware") physique. Le Serveur FDI crée ces instances en utilisant des informations dans le Paquetage FDI. Toutes les demandes de lecture/écriture pour des valeurs en ligne dans le cas d'Instances d'appareils sans appareil physique doivent retourner une erreur.

Le transfert d'informations entre les valeurs hors ligne et l'appareil physique est pris en charge par le truchement des méthodes TransferToDevice et TransferFromDevice dans le Modèle d'information. Ces méthodes doivent respectivement mettre en œuvre les procédures de téléchargement et de chargement, telles que spécifiées dans l'IEC 61804-4. Lorsqu'aucune mise en œuvre n'est assurée selon l'IEC 61804-4, ces Méthodes doivent retourner Bad_NotSupported, conformément à l'IEC 62541-4.

L'Appareil doit avoir été verrouillé avant d'invoquer ces méthodes, telles que spécifiées dans l'IEC 62769-5.

5.2.2 Transfer to device (Transfert vers l'appareil)

La méthode TransferToDevice doit mettre en œuvre la procédure de téléchargement telle que spécifiée dans l'IEC 61804-4. Cela transfère les valeurs hors ligne vers l'appareil physique.

En règle générale, il convient que le Serveur FDI ne modifie pas le nœud Variable Online lors de l'écriture d'une valeur dans l'appareil. Il convient que le nœud Variable Online soit mis à jour seulement dans le processus d'opérations d'écriture ou d'abonnements. Néanmoins, comme spécifié dans l'IEC 62769-5, le Serveur FDI réinitialisera toutes les éventuelles

Valeurs placées en cache pour les Nœuds cibles dans le Modèle d'information et elles seront ainsi relues la prochaine fois qu'elles seront demandées.

Les informations de statut retournées pour chaque variable incluse dans les demandes de service d'écriture sont utilisées pour composer le TransferResult, tel que spécifié dans l'IEC 62769-5.

5.2.3 Transfer from device (Transfert à partir de l'appareil)

La méthode TransferFromDevice doit mettre en œuvre la procédure de chargement telle que spécifiée dans l'IEC 61804-4. Cela transfère les valeurs de l'appareil physique vers les valeurs hors ligne.

Si l'une quelconque des opérations de lecture dans l'appareil échoue pendant le chargement, la valeur hors ligne correspondante ne doit pas être modifiée.

Les informations de statut retournées pour chaque variable incluse dans les demandes de service de lecture sont utilisées pour composer le TransferResult, tel que spécifié dans l'IEC 62769-5.

5.3 Privilèges d'accès

Les systèmes mettent en œuvre des politiques de sécurité et d'accès basées sur un certain nombre de caractéristiques telles que le rôle de l'utilisateur ou la zone dans l'installation. Les Serveurs FDI utilisent ces politiques, conjointement avec les informations dans les Paquetages FDI, pour déterminer les privilèges d'accès accordés à l'utilisateur.

Les éléments d'un Paquetage FDI peuvent être associés à un ou plusieurs attributs d'utilisation. Le Serveur FDI utilise ces attributs pour positionner l'attribut UserAccessLevel des Variables et l'attribut UserExecutable des Méthodes. Les attributs d'utilisation dans un Paquetage FDI sont simplement des conseils qui doivent être utilisés par le Serveur FDI. Autrement dit, ils peuvent être rejetés ou ignorés par le Serveur FDI. Voir également l'Annexe B.

5.4 Paramètres privés

Les Paramètres et les Actions spécifiés dans un Paquetage FDI peuvent être déclarés comme étant privés. Les Paramètres et Actions privés ne doivent pas être consultables par navigation; ils ne doivent être accessibles qu'au moyen de références partant d'autres éléments d'un Paquetage FDI.

Plus spécifiquement, le Serveur FDI doit prendre en charge les Paramètres et Actions privés comme suit.

- Le Serveur FDI doit créer des nœuds dans le Modèle d'information pour les Paramètres et Actions privés.
- Le Serveur FDI ne doit pas inclure d'informations relatives à des Paramètres et Actions privés dans une réponse à une demande de service Browse (c'est-à-dire Explorer), BrowseNext (c'est-à-dire Explorer le suivant), QueryFirst (c'est-à-dire: Interroger le premier) ou QueryNext (c'est-à-dire: Interroger le prochain).
- Le Serveur FDI doit retourner les NodeIds des Paramètres et Actions privés lorsque le nom d'un Paramètre ou d'une Action privé(e) est transmis à TranslateBrowsePathsToNodeIds.
- Le Serveur FDI doit traiter les demandes de service de lecture/écriture pour un Paramètre privé de la même manière qu'il le fait pour des Paramètres publics (consultables) (voir 5.7 et 5.8).
- Le Serveur FDI doit exécuter les Actions privées de la même manière qu'il le fait pour les Actions publiques (consultables) (voir 5.12).

Par exemple, des paramètres privés sont des paramètres qu'il convient de ne modifier que par une Action. Il convient que ces paramètres ne soient pas visibles des Clients FDI afin d'empêcher un accès direct. Les Clients FDI invoquent des Actions pour accéder à ces paramètres privés.

5.5 Locking (Verrouillage)

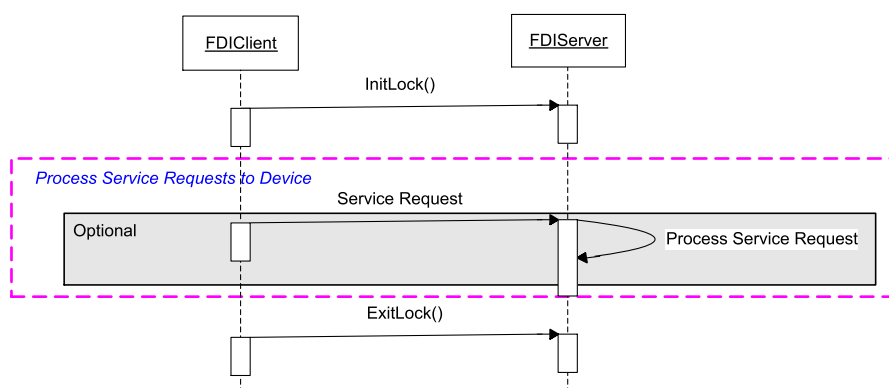
Le Serveur FDI fournit des services de verrouillage pour accorder à des Clients FDI l'accès exclusif à des éléments Appareils et Réseaux dans le Modèle d'information. Les services de verrouillage sont constitués d'un jeu de Méthodes et d'informations de statut. Les Méthodes (et leur comportement) sont spécifiées dans l'IEC 62769-5.

Le comportement ci-après doit être mis en œuvre par le Serveur FDI pour prendre en charge des verrous.

- Le verrouillage s'applique aux nœuds en ligne et hors ligne.
- Une fois le verrou mis par un Client FDI, toute tentative d'écriture d'un Paramètre ou d'exécution d'une Action par un autre Client FDI doit être rejetée.
- Le verrouillage n'est pas nécessaire pour les services de lecture.
- Les Paramètres qui sont verrouillés par un Client FDI peuvent toujours être lus par d'autres Clients FDI. Autrement dit, les demandes de lecture sur un Paramètre qui est verrouillé ne sont pas rejetées.

L'utilisation interne du mécanisme de verrouillage pour maintenir l'intégrité du Modèle d'information est spécifique à un vendeur de Serveur FDI.

La Figure 2 montre une séquence de verrouillage avec plusieurs invocations de service pendant l'état verrouillé.



IEC

Anglais	Français
FDIClient	Client FDI
FDIServer	Serveur FDI
Process Service Requests to Device	Traiter les demandes de service à l'appareil
Service Request	Demande de service
Optional	Facultatif
Process Service Request	Traiter la demande de service

Figure 2 – Services de verrouillage

Une demande de services qui exige le verrouillage doit échouer en partie ou en totalité si aucun verrou n'a été acquis par le Client FDI au moyen de "InitLock" avant la demande du

service. Le Client FDI doit libérer le verrou au moyen de "ExitLock" après que toutes les demandes de service ont été parachevées.

NOTE Une opération d'écriture échouera en partie, c'est-à-dire qu'elle retournera un code d'erreur pour chaque variable appartenant au jeu de variables qui doivent être écrites, car certaines de celles-ci peuvent appartenir à des appareils qui sont verrouillés et d'autres à des appareils qui ne sont pas verrouillés.

Les Serveurs FDI peuvent placer en file d'attente des demandes InitLock jusqu'à ce qu'un service pour lequel un verrou a été créé s'achève et que le verrou ait été libéré. Cependant, une telle optimisation ne fait pas partie du comportement normalisé exigé d'un Serveur FDI.

5.6 EditContext

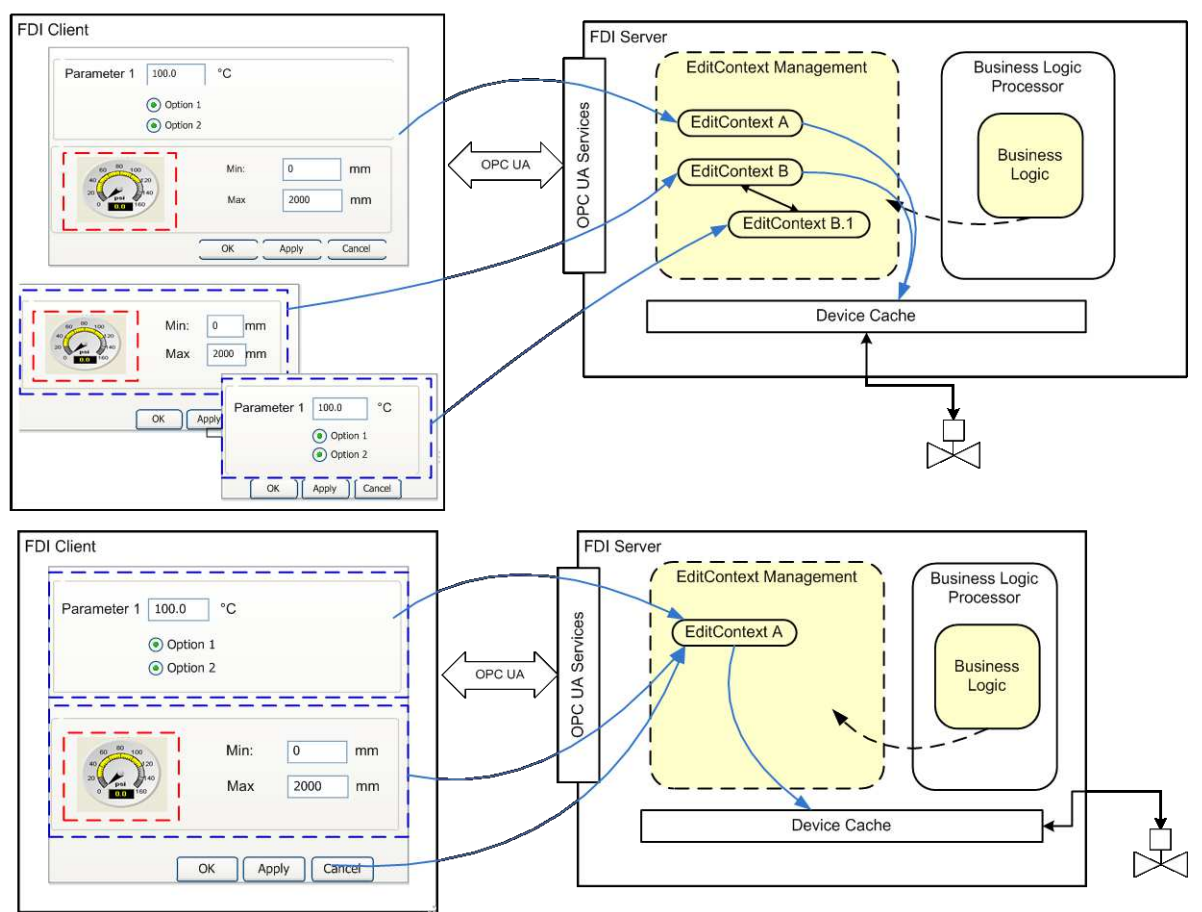
5.6.1 Concept et modèle d'utilisation

Le Serveur FDI fournit le modèle EditContext pour interagir avec les Clients au cours de la tâche de modification. Le concept est étroitement lié aux UID et répond aux besoins de dialogues UI pilotés par un Serveur sur la base des règles de l'EDDL.

Un EditContext peut être utilisé pour apporter des changements à des valeurs de Variables visibles au Serveur sans les appliquer à la représentation en ligne ou hors ligne d'un Appareil. Le Serveur appliquera la logique applicative associée à la Variable modifiée qui – dans certains cas – induit des changements à d'autres valeurs de Variables (par exemple, si une unité d'étude est modifiée) ou à l'UID (par exemple, une Variable devient invisible). Ainsi, le Client peut utiliser un EditContext pour modifier ("éditer") des Paramètres comme des unités d'étude, des plages et plus, vérifier les éventuels effets secondaires, et réajuster les valeurs de réglage avant d'appliquer les modifications.

Un Serveur FDI peut mettre en œuvre différentes stratégies d'EditContext:

- Une seule instance d'EditContext pour tous les dialogues d'un Client FDI.
- Plusieurs instances d'EditContext.
- Des instances d'EditContext hiérarchiques.



IEC

Anglais	Français
FDI Client	Client FDI
Parameter	Paramètre
Ok	Ok
Apply	Apply ("Appliquer")
Cancel	Cancel ("Annuler")
Option	Option
OPC UA	OPC UA
OPC UA Services	Services OPC UA
FDI Server	Serveur FDI
EditContext Management	Gestion d'EditContext
Business Logic Processor	Processeur de la logique applicative
Business Logic	Logique applicative
Device Cache	Cache d'appareil

Figure 3 – Modèles d'EditContext

La Figure 3 montre deux stratégies possibles du Serveur et comment le Client peut s'adapter. Dans le scénario du bas, le Serveur fournit une seule instance d'EditContext pour tous les dialogues. Ici, le Client regroupe tous les dialogues et expose un seul jeu de boutons pour Apply ("Appliquer") et Cancel ("Annuler"), car il concerne toujours toutes les modifications.

Dans le scénario du haut, le Serveur fournit plusieurs instances d'EditContext, l'une étant l'enfant d'une autre. Chaque instance peut être adressée séparément. Si les modifications

dans une instance enfant sont appliquées, elles sont transférées au parent. Si les modifications dans une instance racine sont appliquées, elles sont transférées à l'Appareil.

Dépendances parent-enfant:

- Une modification pour une Variable dans le parent écrase en écriture une Valeur modifiée pour la même Variable dans le Client.
- Le parent ne peut pas être rejeté avant que l'enfant ne soit rejeté, mais les valeurs modifiées dans l'instance parente peuvent être appliquées ou réinitialisées.

5.6.2 Services

Un jeu de Services est fourni au Client FDI pour maintenir des instances d'EditContext (voir l'IEC 62769-5 pour une description détaillée de ces Services):

- GetContext – Ce service est utilisé pour demander une instance d'EditContext. Le Client spécifie certaines caractéristiques pour que le Serveur décide de l'instance d'EditContext à retourner. Selon sa stratégie interne, le Serveur retourne la même instance ou de nouvelles instances.
- RegisterNodes – Le Client FDI doit enregistrer tous les Nodes (c'est-à-dire Nœuds) du Modèle d'information qui doivent être maintenus dans un EditContext. Les Nœuds de la représentation en ligne et hors ligne d'un Appareil peuvent être enregistrés. Le résultat est constitué des nouveaux NodeIds que le Client doit utiliser pour appeler des Services pour lire, écrire des Variables ou s'y abonner ou pour invoquer des Actions.
- Apply – Transférer les Valeurs de Variables modifiées au parent (une instance EditContext parente ou l'Appareil). Si la même Variable a été modifiée dans l'instance parente, elle sera écrasée en écriture avec un appel du Service Apply pour l'enfant.
- Reset – Efface toutes les modifications. Un Reset de modifications déjà appliquées n'est pas possible.
- Discard – Supprime une instance d'EditContext (et ses enfants). Les Valeurs modifiées qui n'ont pas été appliquées sont rejetées. Une fois supprimés, tous les NodeIds enregistrés seront non valides. Si de tels NodeIds font encore l'objet d'abonnement, le Client reçoit une notification avec les StatusCodes corrects.

Le Client appelle d'abord GetEditContext pour acquérir une instance d'EditContext. Il enregistre ensuite les Nœuds qu'il souhaite y insérer. L'enregistrement retourne les nouveaux NodeIds qui peuvent alors être utilisés pour lire, écrire des Variables ou s'y abonner et pour appeler des Méthodes.

Le Client peut appeler GetEditContext plusieurs fois, par exemple lorsqu'il ouvre une fenêtre d'édition supplémentaire, ou pour un dialogue totalement distinct (diagnostic en parallèle à la configuration). Il incombe à la stratégie du Serveur de décider de retourner une nouvelle instance ou la même instance. Le Client est censé adapter son interface utilisateur à la stratégie d'EditContext du Serveur. Voir à la Figure 3 comment les Clients peuvent positionner leurs boutons Apply et Cancel afin que l'Utilisateur comprenne clairement quelles modifications appliquer ou rejeter.

5.6.3 NodeIds

RegisterNode retourne deux NodeIds pour chaque Nœud enregistré: un ContextNodeId et un DeviceNodeId. Le Client utilise ces NodeIds pour appeler des Services OPC UA afin de lire, écrire ou s'abonner ou pour appeler une Méthode.

L'utilisation de ContextNodeId adresse la Valeur dans l'instance d'EditContext. L'utilisation de DeviceNodeId adresse la Valeur dans l'Appareil.

5.6.4 Lecture

La lecture d'une Variable ou l'abonnement à une Variable avec ContextNodeId retourne la Valeur modifiée provenant de l'instance d'EditContext. Si aucune Valeur modifiée n'existe, la Valeur provenant de l'instance parente ou de l'Appareil (en ligne ou hors ligne) sera retournée.

Le StatusCode indique si la Valeur provient de l'Appareil (StatusCode "Good" défini dans l'IEC 62541) ou d'une instance d'EditContext (StatusCode "Good_Edited" défini dans l'IEC 62769-5).

La lecture d'une Variable ou l'abonnement à une Variable avec DeviceNodeId retournera la Valeur issue de l'Appareil (en ligne ou hors ligne).

5.6.5 Ecriture

L'écriture dans une Variable avec ContextNodeId modifie la Valeur dans l'instance d'EditContext.

L'écriture dans une Variable avec DeviceNodeId modifie la Variable dans l'Appareil (en ligne ou hors ligne). Toute Valeur modifiée pour cette Variable dans l'instance d'EditContext adressée ou ses parents sera réinitialisée.

5.6.6 Ecriture de variables dominantes et dépendantes

Les dépendances entre les variables dominantes et dépendantes ne sont évaluées qu'au moment de l'écriture dans l'Appareil en ligne, mais pas dans l'EditContext. Les règles suivantes s'appliquent aux Clients FDI qui utilisent de telles Variables dans l'EditContext:

a) Modification d'une Variable dominante

- 1) Une modification est apportée à l'EditContext en ligne:
 - Le Client qui surveille les Variables dans l'EditContext obtiendra le statut:
 - Good_Edited pour une Variable dominante,
 - Uncertain_DominantValueChanged pour une Variable dépendante.
 - Si des Variables dépendantes et dominantes ont été modifiées dans l'EditContext, elles doivent toutes avoir le statut Good_Edited.
 - Il est recommandé de désactiver les écritures dans les Variables dépendantes tant que la Variable dominante n'a pas été appliquée à l'Appareil.
- 2) Une modification est apportée à l'EditContext en ligne, puis à l'Appareil en ligne avant que la modification de l'EditContext ne soit appliquée.
 - La Valeur dans l'EditContext sera effacée.
 - Le Client qui surveille la valeur dominante ainsi que les éventuelles Variables dépendantes dans l'EditContext obtiendra le StatusCode "Good" sans sous-statut.
- 3) Le comportement Hors ligne est le même que celui En ligne, à l'exception des points suivants:
 - Les Variables dépendantes resteront inscriptibles tant que la Variable dominante n'est pas appliquée à l'Appareil.

b) Modification d'une Variable dépendante:

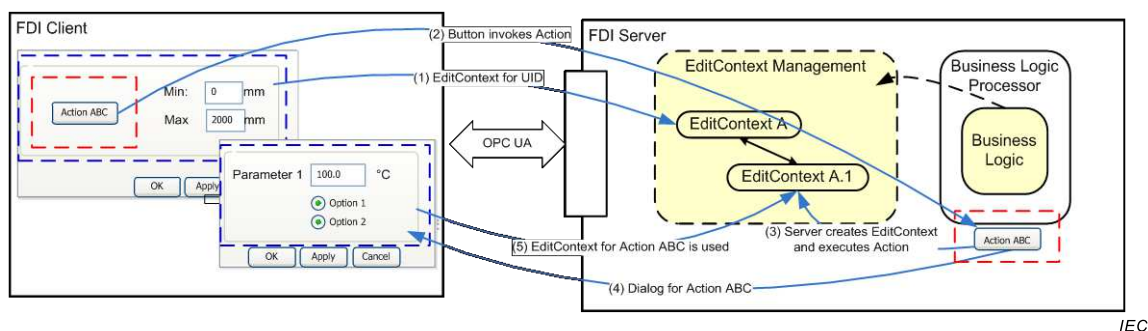
- 1) Une modification est apportée à l'EditContext en ligne:
 - Le Client qui surveille les Variables dans l'EditContext obtiendra le statut:
 - Good_Edited pour la Variable dépendante modifiée,
 - Good_DependentValueChanged pour la Variable dominante.

- Si des Variables dépendantes et dominantes ont été modifiées dans l'EditContext, elles doivent toutes avoir le statut Good_Edited.
 - Il est recommandé de désactiver les écritures dans la Variable dominante tant que la Variable dépendante n'a pas été appliquée à l'Appareil.
- 2) Une Variable dépendante est modifiée dans l'Appareil en ligne avant que la modification de l'EditContext ne soit appliquée.
 - La Valeur dans l'EditContext sera effacée.
 - Le Client qui surveille les Variables dans l'EditContext obtiendra le statut:
 - Good pour la Variable dépendante effacée et la Variable dominante.
- 3) La Variable dominante est modifiée dans l'Appareil en ligne avant que la modification de la Variable dépendante dans l'EditContext ne soit appliquée.
 - La Valeur de la Variable dépendante dans l'EditContext sera effacée.
 - Le Client qui surveille la valeur dominante ainsi que les éventuelles Variables dépendantes dans l'EditContext obtiendra le StatusCode "Good" sans sous-statut.
- 4) Le comportement Hors ligne est le même que celui En ligne, à l'exception des points suivants:
 - Les Variables dominantes et dépendantes sont inscriptibles individuellement.

5.6.7 Actions (METHODES EDD)

Avant d'invoquer des Actions, le Client doit enregistrer le Nœud ActionSet de l'Appareil. Le Nodeld de ce Nœud doit être spécifié lors de l'appel d'InvokeAction.

L'appel d'InvokeAction avec le ContextNodeld du Nœud ActionSet l'associe à l'instance d'EditContext correcte. Le Serveur créera implicitement une instance d'EditContext pour l'Action invoquée. Ceci est représenté à la Figure 4.



IEC

Anglais	Français
FDI Client	Client FDI
Button invokes Action	Le bouton invoque l'Action.
EditContext for UID	EditContext pour UID
OPC UA	OPC UA
EditContext Management	Gestion d'EditContext
EditContext A	EditContext A
EditContext A.1	EditContext A.1
EditContext for Action ABC is used	L'EditContext pour l'Action ABC est utilisé
Server creates EditContext and executes Action	Le Serveur crée l'EditContext et exécute l'Action
Dialogue for Action ABC	Dialogue pour l'Action ABC
Business Logic Processor	Processeur de la logique applicative

Anglais	Français
Business Logic	Logique applicative
Action ABC	Action ABC

Figure 4 – EditContext pour les Méthodes EDD

La METHODE EDD représentée par l'Action utilise des builtins pour modifier les Valeurs dans l'EditContext ou l'Appareil, pour synchroniser les modifications avec le cache sous-jacent ou pour les rejeter.

Si l'exécution de l'Action échoue, l'EditContext pour l'Action est rejeté.

5.6.8 HUY

L'interpréteur d'UID dans le Client appelle GetEditContext avant d'appeler un UID de niveau supérieur. Des EditContexts supplémentaires pour des dialogues peuvent être instanciés par le Serveur et transmis au Client à l'intérieur de chaque document d'UID. Voir l'IEC 62769-2 pour le Schéma des UID et le traitement d'un EditContext dans l'Interpréteur d'UID.

5.6.9 Synchronisation

Un Lock (verrou) doit être créé avant que la première Valeur ne soit écrite dans un EditContext.

Le verrouillage est également nécessaire pour écrire directement dans l'Appareil.

5.7 Lecture

5.7.1 Généralités

Le service Read spécifié dans l'IEC 62541-4 peut être utilisé pour lire une seule valeur ou plusieurs valeurs dans un seul appareil ou dans plusieurs appareils. Si une demande de service Read spécifie que plusieurs valeurs doivent être lues, les valeurs sont lues dans l'ordre de leur apparition dans la demande de service.

Toutes les valeurs qui sont retournées au Client FDI consécutivement à une demande de service de lecture ne doivent pas être échelonnées.

Un échec qui se produit au cours de la lecture d'une seule valeur ne doit pas mettre prématurément fin au processus de lecture; toutes les valeurs doivent être lues. Chaque valeur retournée contient un statut indiquant le succès ou l'échec. Les informations de statut des services OPC UA normalisées sont retournées par le Serveur FDI en réponse aux appels de service tels que spécifiés en 6.2.

Un Paquetage FDI peut définir des actions de lecture qui sont exécutées par le Serveur FDI au cours des demandes de service de lecture. Ces actions ne doivent pas exiger d'interaction de l'utilisateur; elles sont strictement censées être utilisées pour le traitement de Logique applicative. Une action de lecture exigeant une interaction de l'utilisateur ne procédera pas à l'intégration, mais retournera une erreur si possible. Les actions de lecture suivantes peuvent être définies dans un Paquetage FDI:

- Actions avant la lecture
- Actions après la lecture

Le Serveur FDI invoque des actions avant la lecture et après la lecture au cours du traitement des demandes de service de lecture relatives aux valeurs en ligne seulement. Ces actions ne sont pas invoquées pendant la lecture de valeurs hors ligne.

Outre les actions de lecture, un Paquetage FDI peut définir des actions de rafraîchissement qui sont exécutées par le Serveur FDI au cours des demandes de service de lecture. Ces actions ne doivent pas exiger d'interaction de l'utilisateur; elles sont strictement censées être utilisées pour le traitement de Logique applicative. Une action de rafraîchissement exigeant une interaction de l'utilisateur ne procédera pas à l'intégration, mais retournera une erreur si possible.

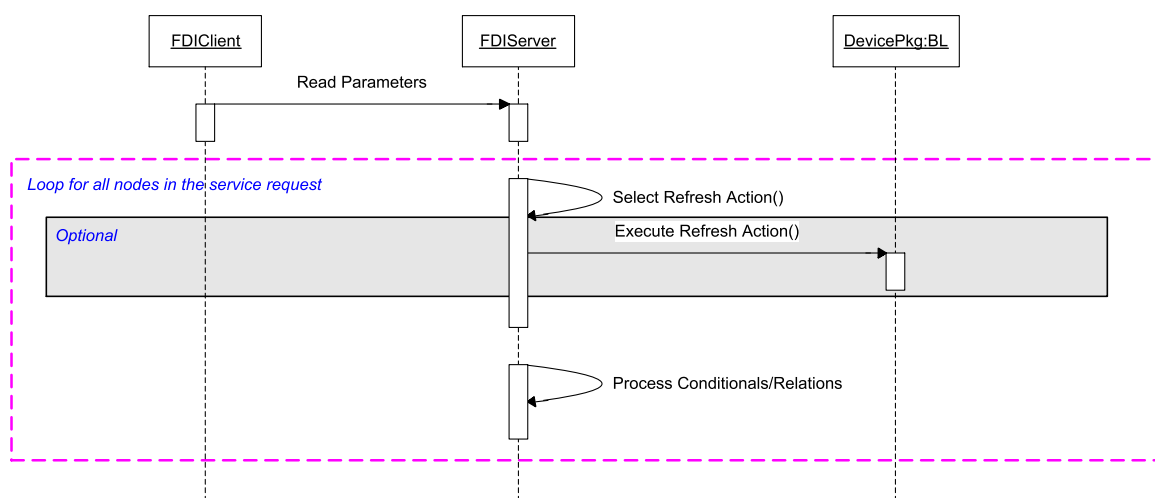
Le Serveur FDI invoque des actions de rafraîchissement au cours du traitement des demandes de service de lecture relatives aux valeurs tant hors ligne qu'en ligne.

Les actions de rafraîchissement mentionnées en 5.7.1 ne doivent pas être confondues avec les relations de rafraîchissement.

NOTE Les actions de rafraîchissement sont définies au moyen de la construction REFRESH_ACTIONS de l'EDDL à l'intérieur d'une construction VARIABLE de l'EDDL. Par contre, les relations de rafraîchissement sont définies au moyen de la construction REFRESH de l'EDDL. Le traitement des relations de rafraîchissement est inclus dans l'événement générique "Process Conditionals/Relations" (c'est-à-dire "Traiter des Énoncés Conditionnels/Relations") qui apparaît dans les diagrammes de séquences pour les services read ("lecture"), write ("écriture") et subscription ("abonnement"). Les explications qui suivent les diagrammes comprennent des relations de rafraîchissement dans le terme général "EDDL relations" (c'est-à-dire "Relations de l'EDDL"). Voir l'IEC 618043 pour plus de détails relatifs aux actions de rafraîchissement et aux relations de rafraîchissement.

5.7.2 Lecture de variables hors ligne

Le diagramme de séquences à la Figure 5 montre le comportement du Serveur FDI lorsqu'une valeur hors ligne est lue.



IEC

Anglais	Français
FDI Client	Client FDI
Read Parameters	Lire les paramètres
Loop for all nodes in the service request	Boucler pour tous les nœuds dans la demande de service
Optional	Facultatif
FDI Server	Serveur FDI
Select Refresh Action	Sélectionner l'Action "Refresh" (Rafraîchissement)
Execute Refresh Action	Exécuter l'Action "Refresh" (Rafraîchissement)
Process Conditionals/Relations	Traiter les énoncés conditionnels/les relations.
DevicePkg: BL	Paquetage d'appareil: BL

Figure 5 – Variable hors ligne lue

Si une variable a des actions de rafraîchissement qui lui sont associées, le Serveur FDI exécute toujours ces actions indépendamment de la valeur MaxAge.

Si les actions de rafraîchissement échouent, le statut retourné pour la variable en question doit indiquer que la lecture a échoué.

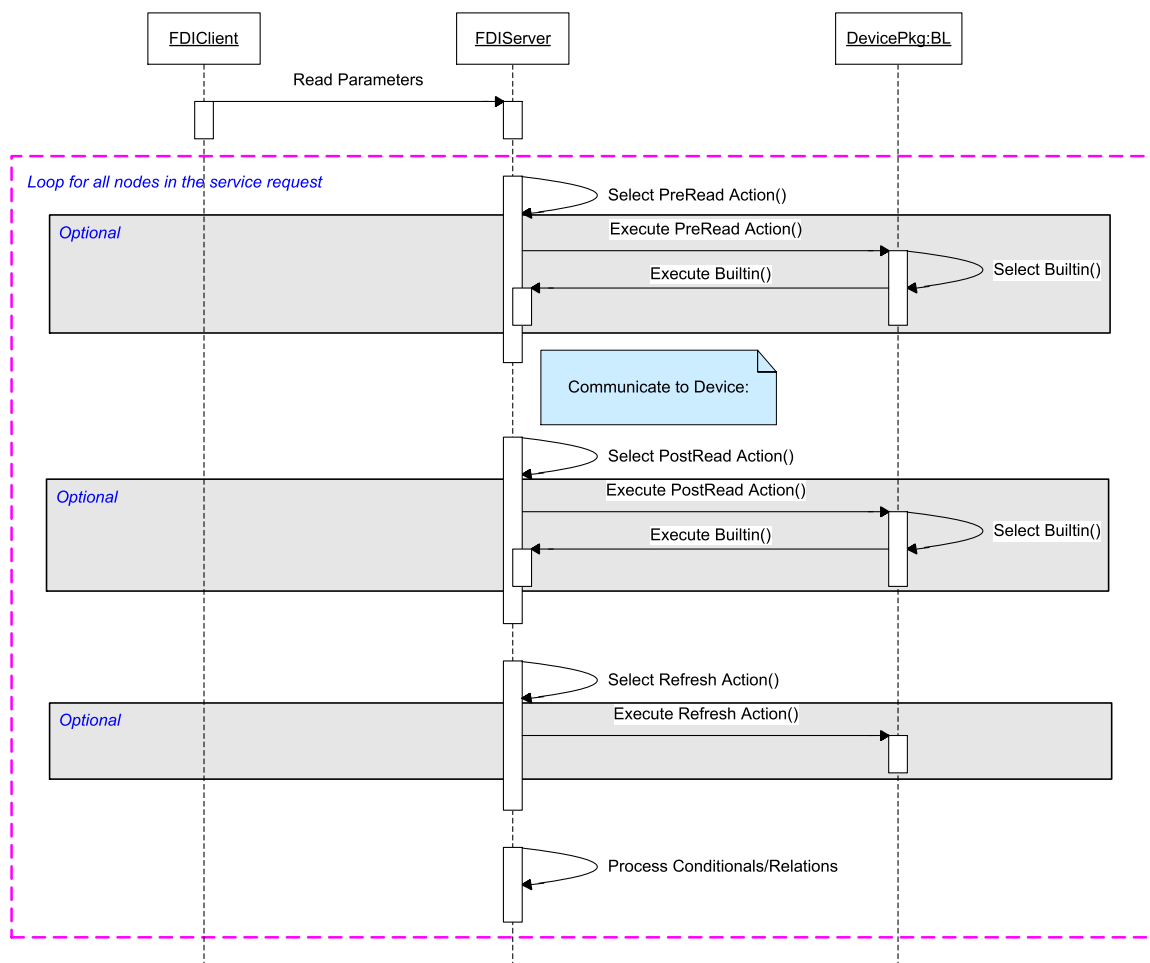
Le Serveur FDI évalue les énoncés conditionnels et les relations après que les actions de rafraîchissement ont été exécutées. Cela fournit une opportunité pour la réévaluation d'expressions conditionnelles dans la Logique applicative de l'EDDL et le traitement des relations EDDL.

5.7.3 Lecture de variables en ligne

Le Serveur FDI peut placer en cache les valeurs en ligne lues à partir d'un appareil. Le Serveur FDI maintient un marqueur temporel pour chaque valeur en ligne qui indique le moment où la valeur a été lue dans l'appareil. Le Serveur FDI utilise l'argument MaxAge d'une demande de service Read pour déterminer si, oui ou non, la valeur placée en cache peut être retournée. Si la différence entre le marqueur temporel et l'heure actuelle est supérieure à l'argument MaxAge, le Serveur FDI doit lire la valeur dans l'appareil. Autrement, la valeur placée en cache peut être retournée.

Les actions de lecture ne sont exécutées que lorsque la valeur est lue dans l'appareil. Les actions de lecture ne sont pas exécutées lorsque des valeurs placées en cache sont retournées.

Le diagramme de séquences à la Figure 6 montre le comportement du Serveur FDI lorsqu'une valeur en ligne est lue.



IEC

Anglais	Français
FDIClient	Client FDI
FDIServer	Serveur FDI
DevicePkg: BL	Paquetage d'appareil: BL
Read Parameters	Lire les paramètres
Loop for all nodes in the service request	Boucler pour tous les nœuds dans la demande de service.
Optional	Facultatif
Select PreRead Action	Sélectionner l'Action "Pre-read" ("avant la lecture")
Execute PreRead Action	Exécuter l'Action "Pre-read"
Select Builtin	Sélectionner un Builtin
Execute Builtin	Exécuter le Builtin
Communicate to Device	Communiquer à l'appareil
Select PostRead Action	Sélectionner l'Action "Post-read" ("après la lecture")
Execute PostRead Action	Exécuter l'Action "Post-read" ("après la lecture")
Execute Builtin	Exécuter le Builtin
Select Refresh Action	Sélectionner l'Action "Refresh" ("rafraîchir")
Execute Refresh Action	Exécuter l'Action "Refresh" ("rafraîchir")
Process Conditionals/Relations	Traiter les énoncés conditionnels/les relations

Figure 6 – Variable en ligne lue

Si une variable a des actions avant la lecture qui lui sont associées, ces actions sont exécutées avant la lecture de la variable dans l'appareil. Si une variable a des actions après

la lecture qui lui sont associées, ces actions sont exécutées après la lecture de la variable dans l'appareil. Si les actions avant la lecture ou après la lecture échouent, le statut retourné pour la variable en question doit indiquer que la lecture a échoué.

Si une variable a des actions de rafraîchissement qui lui sont associées, ces actions sont traitées comme dans le cas de la lecture d'une variable hors ligne (voir 5.7.2).

Le Serveur FDI évalue les énoncés conditionnels et les relations après que les actions après la lecture ont été exécutées. Cela fournit une opportunité pour la réévaluation d'expressions conditionnelles dans la Logique applicative de l'EDDL et le traitement des relations EDDL.

5.8 Ecriture

5.8.1 Généralités

Le service Write spécifié dans l'IEC 62541-4 peut être utilisé pour écrire une seule valeur ou plusieurs valeurs dans un seul appareil ou dans plusieurs appareils. Si une demande de service Write spécifie que plusieurs valeurs doivent être écrites, les valeurs sont écrites dans l'ordre de leur apparition dans la demande de service.

Un échec qui se produit au cours de l'écriture d'une valeur unique ne doit pas mettre prématurément fin au processus d'écriture; toutes les valeurs doivent être écrites. Un statut est retourné indiquant le succès ou l'échec de chaque valeur incluse dans la demande de service. Les informations de statut des services OPC UA normalisées sont retournées par le Serveur FDI en réponse aux appels de service tels que spécifiés en 6.2.

Contrairement à l'opération de lecture, les échecs d'écriture lorsque plusieurs variables sont spécifiées peuvent laisser l'appareil dans un état indéfini, certaines variables étant modifiées et d'autres laissées intactes. Il incombe au Client de gérer les échecs partiels.

Les Clients FDI ont besoin de verrouiller l'appareil pour l'accès exclusif avant écriture. La demande de verrou peut être émise immédiatement avant la demande de service d'écriture ou elle peut être mise de manière indépendante sur plusieurs demandes de service d'écriture (voir 5.5).

Le Serveur FDI accomplit une validation de données au cours des demandes de service d'écriture relatives aux valeurs en ligne et hors ligne.

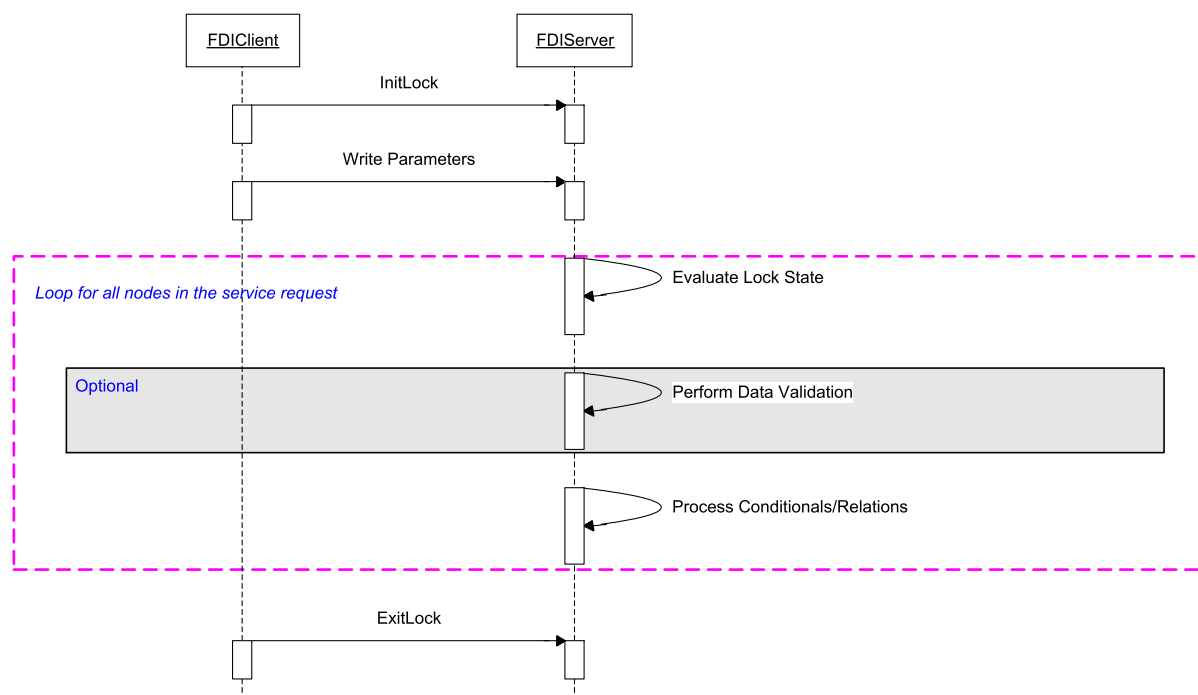
Un Paquetage FDI peut définir des actions d'écriture qui sont exécutées par le Serveur FDI au cours des demandes de service d'écriture. Ces actions ne doivent pas exiger d'interaction de l'utilisateur; elles sont strictement censées être utilisées pour le traitement de Logique applicative. Une action d'écriture exigeant une interaction de l'utilisateur ne procédera pas à l'intégration, mais retournera une erreur si possible. Les actions d'écriture suivantes peuvent être définies dans un Paquetage FDI:

- Actions avant l'écriture
- Actions après l'écriture

Le Serveur FDI invoque ces actions au cours du traitement des demandes de service de lecture relatives aux valeurs en ligne seulement. Ces actions ne sont pas invoquées pendant l'écriture de valeurs hors ligne.

5.8.2 Ecriture de variables hors ligne

Le diagramme de séquences à la Figure 7 montre le comportement du Serveur FDI lorsqu'une valeur hors ligne est écrite.



IEC

Anglais	Français
FDIClient	Client FDI
FDIserver	Serveur FDI
Write Parameters	Ecrire les paramètres
Loop for all nodes in the service request	Boucler pour tous les nœuds dans la demande de service.
Optional	Facultatif
Evaluate Lock State	Evaluer l'état du verrou
Perform Data Validation	Accomplir la validation des données
Process Conditionals/Relations	Traiter les énoncés conditionnels/les relations

Figure 7 – Ecriture immédiate de variables hors ligne

Comme point de départ de l'écriture d'une variable, le Serveur FDI vérifie si l'appareil est verrouillé par le Client FDI. S'il n'est pas verrouillé, le statut retourné pour la variable en question doit indiquer que l'écriture a échoué.

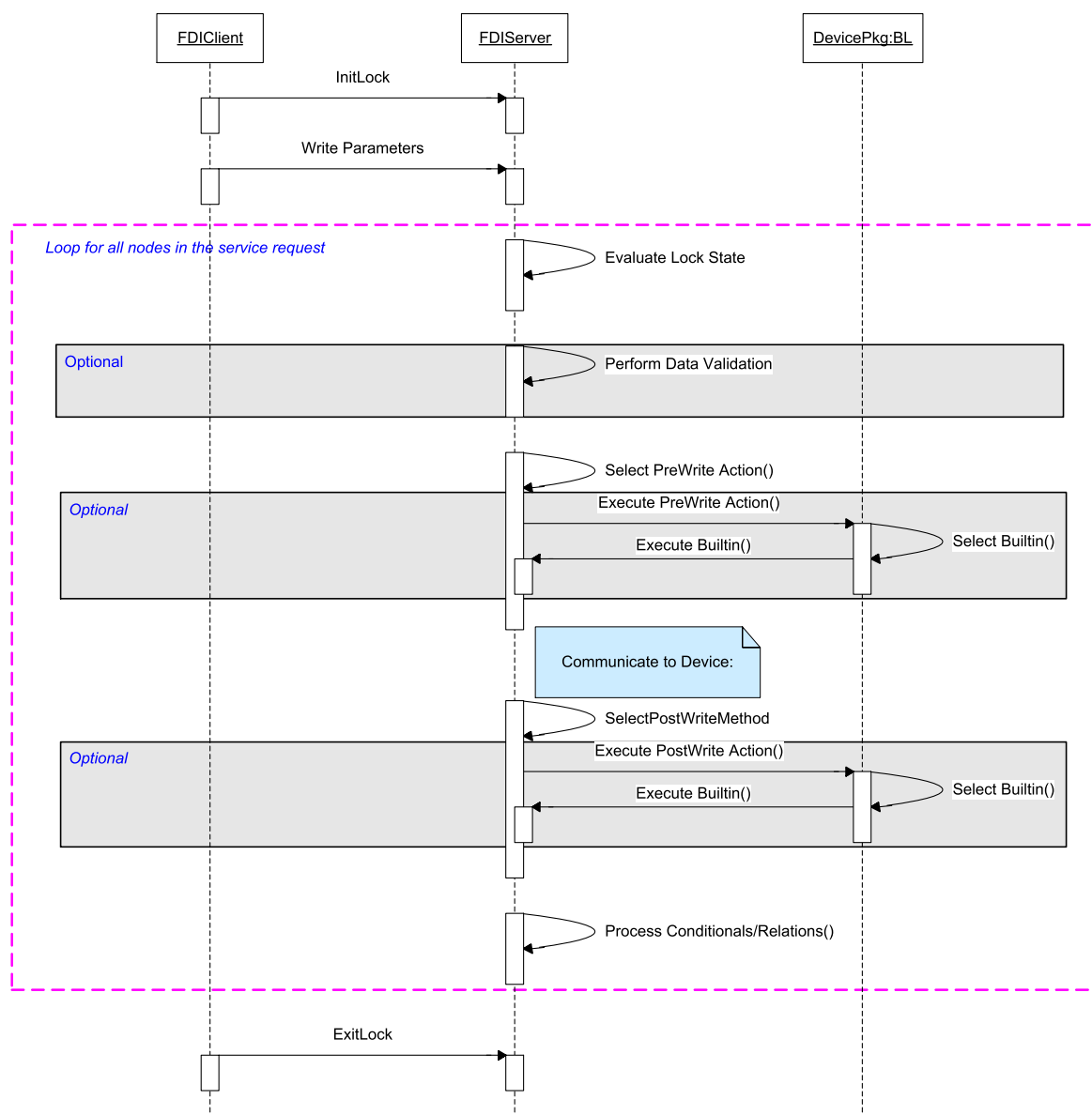
Si l'appareil est verrouillé par le Client FDI, le Serveur FDI accomplit la validation des données. La validation consiste fondamentalement en une vérification de la plage et du type en fonction d'informations EDDL. Si la validation de type échoue, le statut retourné pour la variable en question doit indiquer que l'écriture a échoué. Si la validation de plage échoue, le statut retourné pour la variable en question doit indiquer que l'écriture a réussi, mais les informations de statut de la valeur de la variable dans le Modèle d'information doivent indiquer qu'il est bad ("mauvais"), out-of-range ("hors plage").

Si le processus de validation réussit, le Serveur FDI écrit dans la valeur hors ligne de la variable dans le Modèle d'information.

Après écriture de la valeur de la variable, le Serveur FDI évalue les énoncés conditionnels et les relations. Cela fournit une opportunité pour la réévaluation d'expressions conditionnelles dans la Logique applicative de l'EDDL et le traitement des relations EDDL.

5.8.3 Ecriture de variables en ligne

Le diagramme de séquences à la Figure 8 montre le comportement du Serveur FDI lorsqu'une valeur en ligne est écrite.



IEC

Anglais	Français
FDIClient	Client FDI
FDIServer	Serveur FDI
DevicePkg: BL	Paquetage d'appareil: BL
WriteParameters	Ecrire les paramètres
Loop for all nodes in service request	Boucler pour tous les nœuds dans la demande de service
Optional	Facultatif
Evaluate Lock State	Evaluer l'état de verrou
Perform Data Validation	Accomplir la validation des données
Select PreWrite Action	Sélectionner l'Action "Pre-Write" (avant

Anglais	Français
	l'écriture)
Execute PreWrite Action	Exécuter l'Action "Pre-Write" (avant l'écriture)
Select Builtin	Sélectionner un Builtin
Execute Builtin	Exécuter le Builtin
Communicate to Device	Communiquer à l'appareil
Select PostWriteMethod	Sélectionner la méthode "Post-Write" (après l'écriture)
Execute PostWrite Action	Exécuter l'Action "Post-Write" (après l'écriture)
Execute Builtin	Exécuter le Builtin
Process Conditional/Relations	Traiter les énoncés conditionnels/les relations

Figure 8 – Ecriture immédiate de variables en ligne

Lors de l'écriture d'une variable en ligne, le Serveur FDI vérifie si l'appareil est verrouillé par le Client FDI et accomplit une validation de données telle que décrite en 5.8.2.

Si le processus de validation réussit, le Serveur FDI écrit la variable dans l'appareil physique.

Si une variable a des actions avant l'écriture qui lui sont associées, ces actions sont exécutées avant l'écriture de la variable dans l'appareil. Si les actions avant l'écriture échouent, le statut retourné pour la variable en question doit indiquer que l'écriture a échoué.

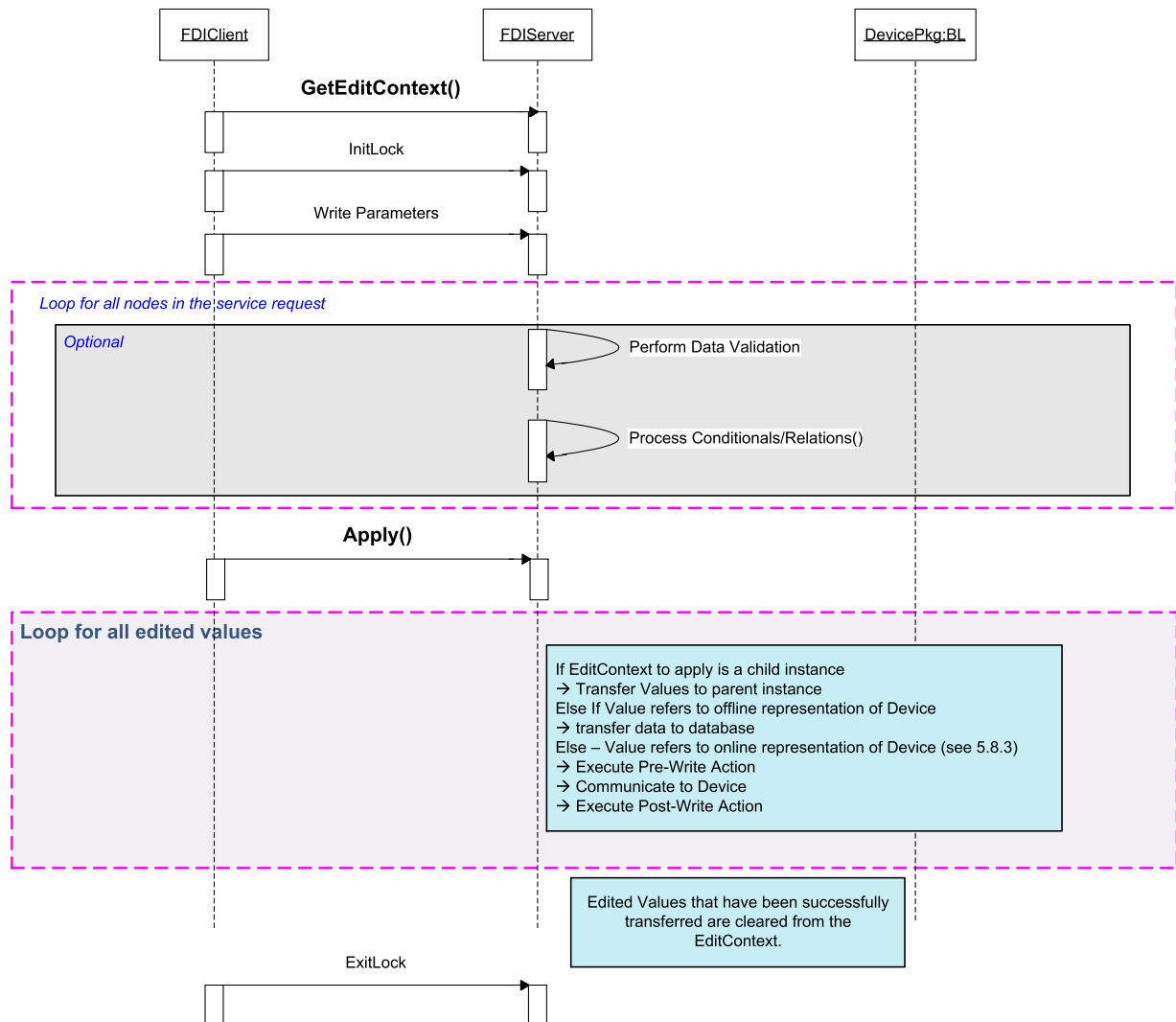
Si une variable a des actions après l'écriture qui lui sont associées, ces actions sont exécutées après l'écriture de la variable dans l'appareil. Si les actions après l'écriture échouent, le statut retourné pour la variable ne doit pas indiquer que l'écriture a échoué, car la valeur a déjà été écrite dans l'appareil. Le statut retourné doit être Good_PostActionFailed.

Le Serveur FDI évalue les énoncés conditionnels et les relations après que les actions après l'écriture ont été exécutées. Cela fournit une opportunité pour l'évaluation d'expressions conditionnelles dans la Logique applicative de l'EDDL et le traitement des relations EDDL.

5.8.4 Ecriture dans un EditContext

L'EditContext est spécifié en 5.6.

Le diagramme de séquences à la Figure 9 montre le comportement général d'un EditContext lorsque des Valeurs sont modifiées et appliquées.



IEC

Anglais	Français
FDIClient	Client FDI
Write Parameters	Ecrire les paramètres
Loop for all nodes in the service request	Boucler pour tous les nœuds dans la demande de service
Optional	Facultatif
Loop for all edited values	Boucler pour toutes les valeurs modifiées
FDIServer	Serveur FDI
Perform Data Validation	Accomplir la validation des données
Process Conditionals/Relations	Traiter les énoncés conditionnels/les relations
If EditContext to apply is a child instance ->Transfer Values to parent instance Else - If Value refers to offline representation of Device ->transfer data to database Else - Value refersto online representation of Device (see 5.8.3) -Execute Pre-Write Action -Communicate to Device	Si l'EditContext à appliquer est une instance enfant ->Transférer les valeurs à l'instance parente Sinon la valeur renvoie à une représentation hors ligne de l'appareil -> Transférer les données à la base de données Sinon la valeur renvoie à une représentation en ligne de l'appareil (voir 5.8.3) -Exécuter l'Action "Pre-Write" ("avant l'écriture")

Anglais	Français
-Execute Post-Write Action	-Communiquer à l'appareil -Exécuter l'Action "Post-Write" (après l'écriture)
Edited Values that have been successfully transfered are cleared from the EditContext	Les valeurs modifiées qui ont été transférées avec succès sont effacées de l'EditContext
DevicePkg: BL	Paquetage d'appareil: BL

Figure 9 – Ecriture avec EditContext

Lors de l'écriture de Variables dans un EditContext, le Serveur FDI accomplit la validation de données comme dans le cas des écritures normales dans des données en ligne ou hors ligne. Il traite également les Enoncés conditionnels/Relations. Les modifications apportées aux autres Variables en raison de ce traitement sont également écrites dans l'EditContext.

Lors de l'appel "Apply", les Variables modifiées sont transférées au parent si le parent est l'Appareil. En outre, si une variable a des actions avant écriture qui lui sont associées, ces actions sont exécutées avant l'écriture de la variable dans l'Appareil. Si les actions avant l'écriture échouent, le statut retourné pour Apply doit indiquer l'erreur.

Si le parent est l'Appareil et si une variable a des actions après l'écriture qui lui sont associées, ces actions sont exécutées après l'écriture de la variable dans l'Appareil. Si les actions après l'écriture échouent, le statut retourné pour la variable ne doit pas indiquer que l'écriture a échoué, car la valeur a déjà été écrite dans l'appareil. Le statut retourné doit être Good_PostActionFailed.

5.9 Subscription (Abonnement)

5.9.1 Généralités

Le service Subscription spécifié dans l'IEC 62541-4 peut être utilisé pour lancer la surveillance d'une seule variable ou de plusieurs variables à partir d'un seul appareil ou de plusieurs appareils.

Un échec relatif à une seule variable lors de l'établissement d'un abonnement à plusieurs variables ne doit pas mettre prématurément fin au processus d'abonnement; toutes les variables doivent être surveillées. Chaque variable retournée contient un statut indiquant le succès ou l'échec. Les informations de statut des services OPC UA normalisées sont retournées par le Serveur FDI en réponse aux appels de service tels que spécifiés en 6.2.

Un Paquetage FDI peut définir des actions de lecture qui sont exécutées par le Serveur FDI au cours du processus de surveillance d'un abonnement. Ces actions ne doivent pas exiger d'interaction de l'utilisateur; elles sont strictement censées être utilisées pour le traitement de Logique applicative. Une action de lecture exigeant une interaction de l'utilisateur ne procédera pas à l'intégration, mais retournera une erreur si possible. Les actions de lecture suivantes peuvent être définies dans un Paquetage FDI:

- Actions avant la lecture
- Actions après la lecture

Le Serveur FDI invoque ces actions au cours de la surveillance des variables en ligne seulement; ces actions ne sont pas invoquées lors de la surveillance de variables hors ligne.

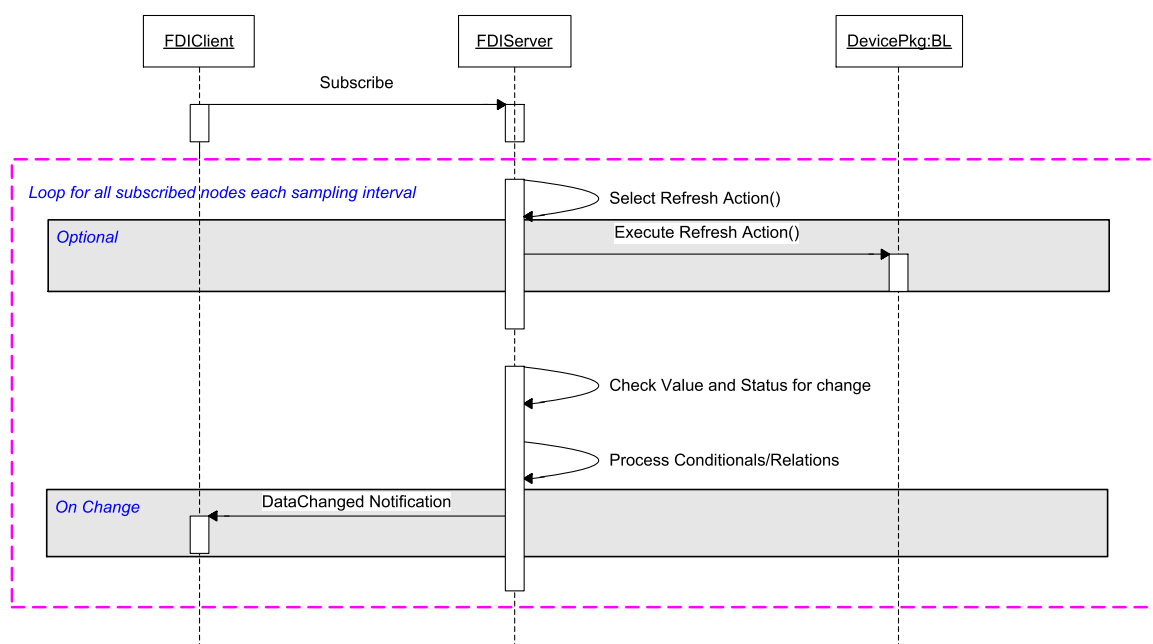
Outre les actions de lecture, un Paquetage FDI peut définir des actions de rafraîchissement qui sont exécutées par le Serveur FDI au cours du processus de surveillance. Le Serveur FDI invoque ces actions de rafraîchissement au cours de la surveillance des variables tant hors ligne qu'en ligne. Ces actions ne doivent pas exiger d'interaction de l'utilisateur; elles sont strictement censées être utilisées pour le traitement de Logique applicative. Une action de

rafraîchissement exigeant une interaction de l'utilisateur ne procèdera pas à l'intégration, mais retournera une erreur si possible.

L'intervalle d'échantillonnage demandé par le Client FDI et établi par le Serveur FDI définit un intervalle de temps qui est utilisé pour rechercher périodiquement des modifications apportées à la valeur ou au statut des variables. A chaque intervalle de temps, les actions sont invoquées et la valeur et le statut sont comparés à la valeur et au statut précédents. Une modification de la valeur ou du statut amènera le Serveur FDI à préparer une notification de la nouvelle valeur et du nouveau statut.

5.9.2 Abonnement aux variables hors ligne

Le diagramme de séquences à la Figure 10 montre le comportement du Serveur FDI lorsqu'une valeur hors ligne est surveillée.



IEC

Anglais	Français
FDI Client	Client FDI
Subscribe	S'abonner
FDI Server	Serveur FDI
DevicePkg: BL	Paquetage d'appareil: BL
Loop for all subscribed nodes each sampling interval	Boucler pour tous les nœuds qui font l'objet d'un abonnement à chaque intervalle d'échantillonnage
Optional	Facultatif
Select Refresh Action	Sélectionner l'Action "Refresh" (rafraîchissement)
Execute Refresh Action	Exécuter l'Action "Refresh" (rafraîchissement)
Check Value and Status for change	Vérifie la Valeur et le statut pour détecter une modification éventuelle
Process Conditionals/Relations	Traiter les énoncés conditionnels /les relations
On change	En cas de changement
Data Changed Notification	Notification de données modifiées

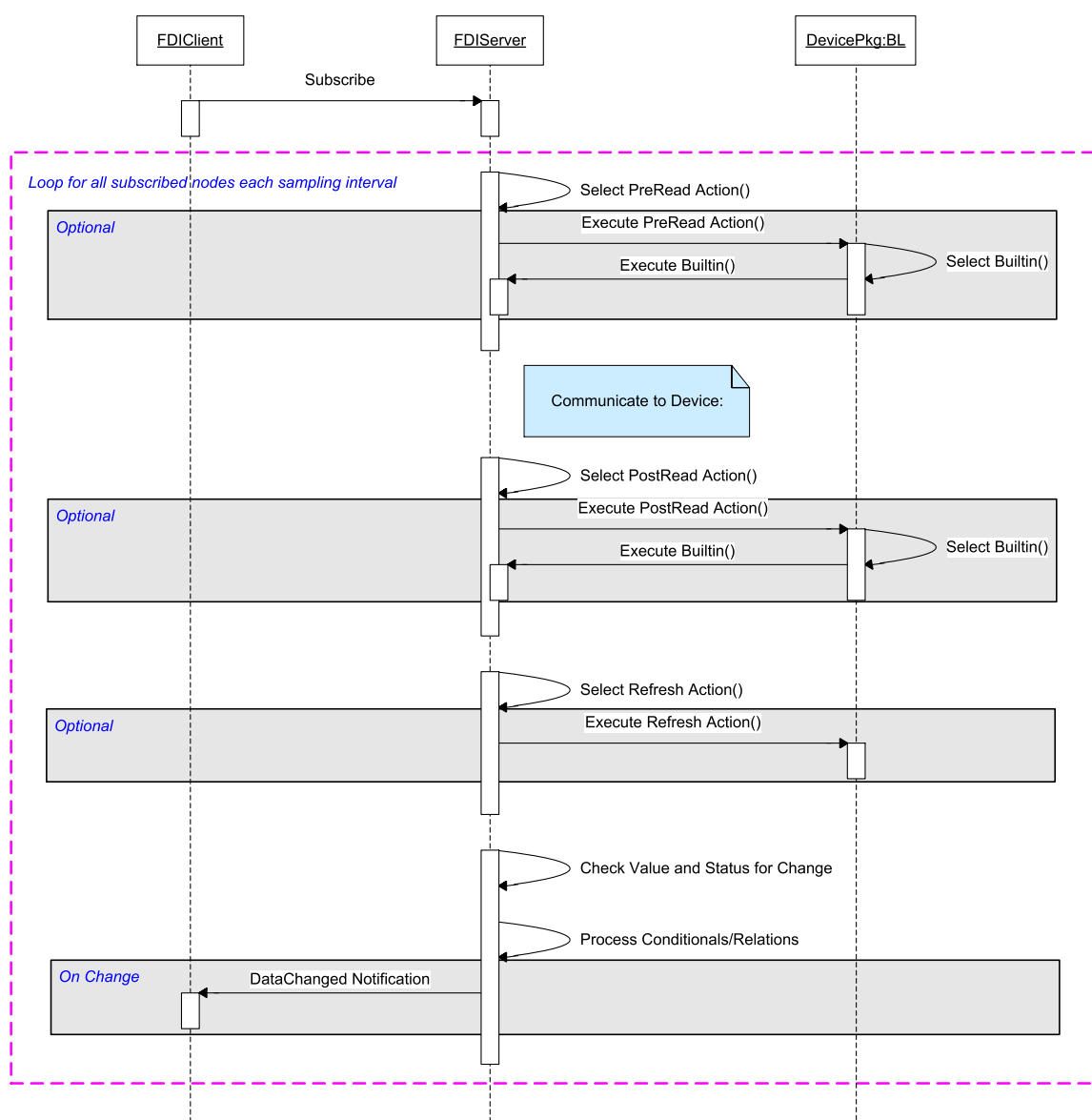
Figure 10 – Abonnement à des variables hors ligne

Si une variable a des actions de rafraîchissement qui lui sont associées, le Serveur FDI exécute ces actions à chaque intervalle de temps.

Le Serveur FDI évalue les énoncés conditionnels et les relations après que les actions de rafraîchissement ont été exécutées.

5.9.3 Abonnement aux variables en ligne

Le diagramme de séquences à la Figure 11 montre le comportement du Serveur FDI lorsqu'une variable en ligne est surveillée.



IEC

Anglais	Français
FDI Client	Client FDI
Subscribe	S'abonner
FDI Server	Serveur FDI
DevicePkg: BL	Paquetage d'appareil: BL
Loop for all subscribed nodes each sampling interval	Boucler pour tous les nœuds qui font l'objet d'un abonnement à chaque intervalle

Anglais	Français
	d'échantillonnage
Optional	Facultatif
Select PreRead Action	Sélectionner l'Action "Pre-read" (avant la lecture)
Execute PreRead Action	Exécuter l'Action "Pre-read" (avant la lecture)
Select Builtin	Sélectionner un Builtin
Execute Builtin	Exécuter le Builtin
Communicate to Device	Communiquer à l'appareil
Select PostRead Action	Sélectionner l'Action "Post-read" (après la lecture)
Execute PostRead Action	Exécuter l'Action "Post-read" (après la lecture)
Select Refresh Action	Sélectionner l'Action "Refresh" (rafraîchissement)
Execute Refresh Action	Exécuter l'Action "Refresh" (rafraîchissement)
Check Value and Status for Change	Vérifie la Valeur et le statut pour déceler une modification éventuelle
Process Conditionals/Relations	Traiter les énoncés conditionnels /les relations
On Change	En cas de changement
Data Changed Notification	Notification de données modifiées

Figure 11 – Abonnement aux variables en ligne

La variable est lue dans l'appareil à chaque intervalle.

Si une variable a des actions avant la lecture qui lui sont associées, ces actions sont exécutées avant la lecture de la variable dans l'appareil.

Si une variable a des actions après la lecture qui lui sont associées, ces actions sont exécutées après la lecture de la variable dans l'appareil.

Si une variable a des actions de rafraîchissement qui lui sont associées, le Serveur FDI exécute ces actions à l'issue des actions après la lecture.

Le Serveur FDI évalue les énoncés conditionnels et les relations après l'exécution de toutes les actions associées.

Si les actions échouent ou la lecture de l'appareil échoue, le statut de la variable doit indiquer l'échec.

5.10 Topologie d'appareils

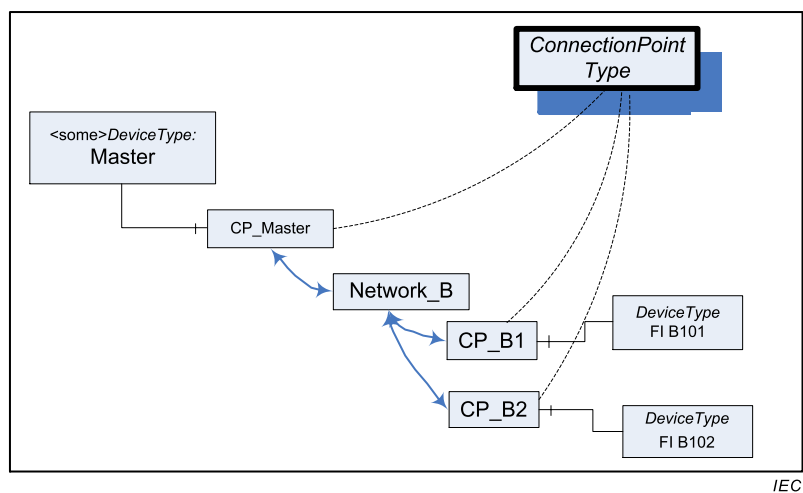
5.10.1 Généralités

Le Serveur FDI maintient des Instances d'appareils dans le Modèle d'information. Le Modèle d'information maintenu par le Serveur FDI reflète la structure du système; le Serveur FDI maintient des informations relatives à l'appareil dans le contexte de la Topologie d'appareils.

La Topologie d'appareils comprend des appareils, des réseaux de communications de connexion, et les éléments pour communiquer via ces réseaux. La Topologie d'appareils est définie dans l'IEC 62769-5; les Objets, les Références et l'organisation de l'AddressSpace exigés pour créer le Modèle d'information approprié sont définis comme partie intégrante de la spécification du Modèle d'information.

5.10.2 Points de connexion

La Figure 12 non normative ci-après représente la topologie au sein du Modèle d'information.



Anglais	Français
ConnectionPoint Type	Type point de connexion
<some> DeviceType: Master	<un certain> type d'appareil: Maître
DeviceType FI B101	Type d'appareil FI B101
DeviceType FI B102	Type d'appareil FI B102

Figure 12 – Topologie avec des objets Réseaux (non normative)

Le Serveur FDI utilise les informations contenues dans le Paquetage FDI pour créer la définition de type pour les appareils et Appareils de communication ainsi que leurs éléments Points de Connexion respectifs. Le mapping entre la définition du Paquetage FDI et les éléments du Modèle d'information est défini dans l'IEC 62769-5.

Les types de réseaux pour les protocoles pris en charge par les appareils à communication native sont fournis par le Serveur FDI. Les types de réseaux pour les protocoles non natifs sont donnés par le truchement de définitions de Paquetage FDI fournies pour le serveur de communication.

Les définitions d'appareil contiennent une ou plusieurs définitions de points de connexion pour un appareil. Chaque point de connexion maintient une référence à un élément de protocole qui spécifie le protocole pour le point de connexion. Un appareil peut être capable de fournir ou d'utiliser plusieurs protocoles; chaque protocole fourni ou pris en charge aura un point de connexion unique. Les objets réseaux contiennent une référence à un élément de définition de protocole qui définit le protocole utilisé par l'objet réseau.

Les définitions des types d'appareils (Device) et de point de connexion (Connection Point) sont utilisées pour créer des instances d'appareil et de point de connexion. Les définitions du type de réseaux sont utilisées pour créer des instances de réseaux dans le système. Les types de réseaux sont spécifiés dans les annexes spécifiques à un protocole dans l'IEC 62769-4, et ils sont fournis par le Serveur FDI comme une composante intégrale. Le Serveur FDI (ou les Clients FDI interagissant avec le Serveur FDI pour créer la topologie) localise les appareils, les appareils de communication, les points de connexion et les réseaux en utilisant les points d'entrée normalisés de l'OPC UA en vue de l'exploration.

- DeviceSet – référence les instances d'appareils dans le Serveur FDI.

- CommunicationSet – référence les instances d'appareils de communication dans le Serveur FDI.
- NetworkSet – référence les instances de réseaux dans le Serveur FDI.

Le Serveur FDI (ou les Clients FDI interagissant avec le Serveur FDI pour créer la topologie) crée les références entre les instances d'un appareil, un point de connexion associé, et un élément de réseau (voir Figure 12). Le Serveur FDI valide que le protocole associé avec le point de connexion et le protocole associé au réseau sont du même type de protocole. Si un appareil définit plusieurs points de connexion, le Serveur FDI utilisera le point de connexion de l'appareil qui correspond au protocole du réseau.

Chaque objet réseau doit être associé avec au moins un appareil de communication. L'association entre l'appareil de communication et l'élément réseau doit être réalisée avant que des appareils ne puissent être associés à l'élément réseau. Une fois qu'un appareil de communication est associé avec un élément réseau, la Logique applicative dans l'appareil de communication sera utilisée pour la gestion de réseau.

La définition de l'élément réseau indique le nombre de points de connexion qui peuvent être ajoutés au réseau.

Les références établies entre les appareils, les points de connexion, et les réseaux n'affectent pas la référence établie pour les points d'entrée normalisés pour l'exploration. Que l'appareil ait une référence à un point de connexion ou une référence à un réseau, les appareils restent référencés par DeviceSet.

5.10.3 Gestion de topologie

5.10.3.1 Généralités

Les vendeurs du Serveur de FDI ont deux options pour fournir à des clients FDI de confiance la capacité de gérer la topologie:

- a) ils peuvent fournir une fonctionnalité spécifique à un vendeur;
- b) ils peuvent mettre en œuvre le Jeu de services de gestion de nœuds de l'OP UA (OPC UA NodeManagement Service Set).

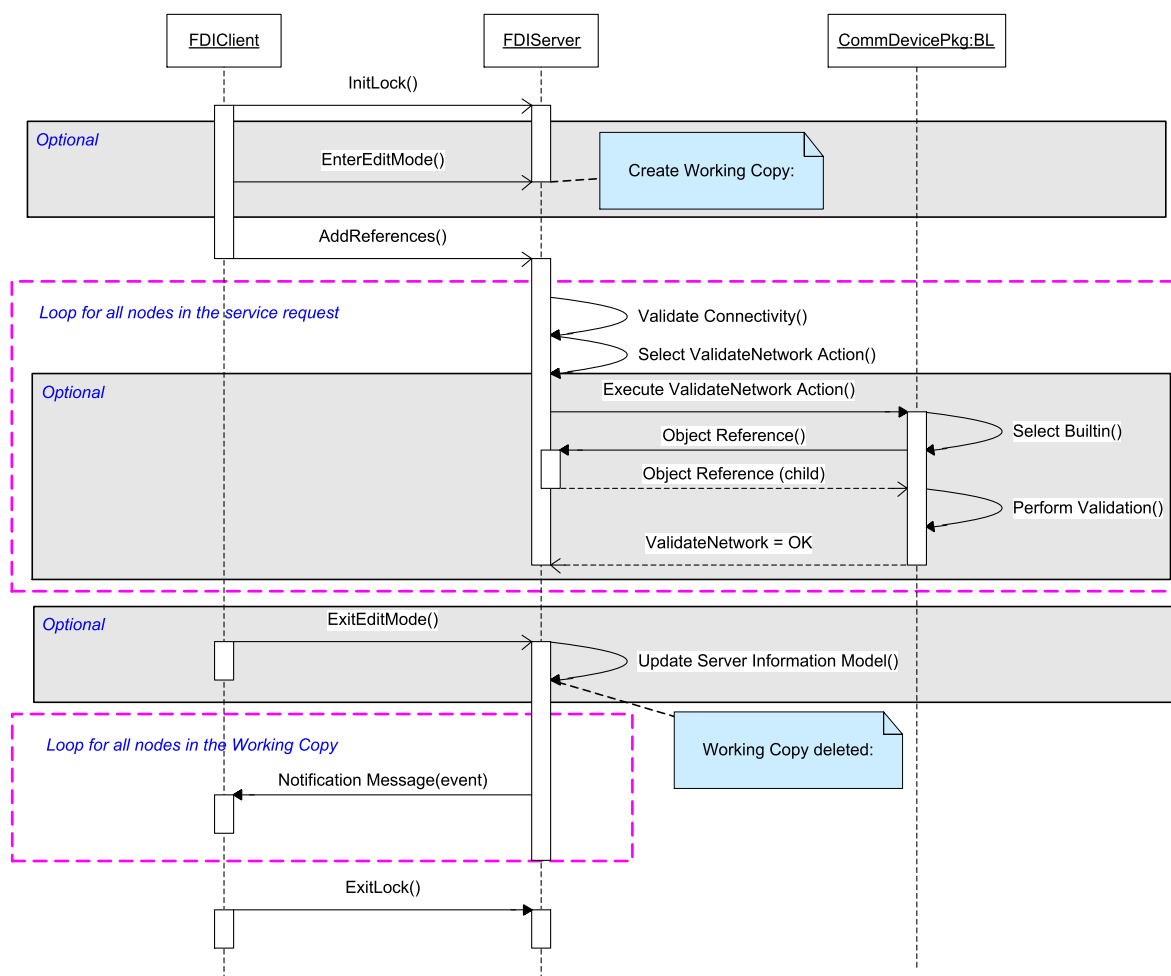
Si le vendeur du Serveur FDI choisit la seconde option, à savoir la mise en œuvre de l'OPC UA NodeManagement Service Set, la gestion de la topologie doit être mise en œuvre de la manière spécifiée en 5.10.3.

Afin d'éviter l'accès simultané de la part d'agents différents qui tentent de modifier la topologie, les éléments impliqués dans la modification de la topologie sont verrouillés. Le domaine d'application du verrou pour les Appareils modulaires et les réseaux est spécifié dans l'IEC 62769-5.

Le Paquetage FDI pour l'Appareil de Communication comprend des définitions qui sont utilisées par le Serveur FDI pour gérer et valider la topologie, y compris l'action facultative ValidateNetwork (voir l'IEC 62769-7). Ces définitions sont utilisées par le Serveur FDI au cours de la gestion de la topologie.

5.10.3.2 Ajout d'un appareil au réseau

Le diagramme de séquences à la Figure 13 montre le comportement du Serveur FDI lorsqu'un appareil est ajouté à un réseau.



IEC

Anglais	Français
FDIClient	Client FDI
Optional	Facultatif
Loop for all nodes in the service request	Boucler pour tous les nœuds dans la demande de service
Loop for all nodes in the Working Copy	Boucler pour tous les nœuds dans la copie de travail
Notification Message(event)	Message de notification (événement)
FDIServer	Serveur FDI
Create Working Copy	Créer une copie de travail
Validate Connectivity	Valider la connectivité
Select ValidateNetwork Action	Sélectionner l'Action " ValidateNetwork" (validation de réseau)
Execute ValidateNetwork Action	Exécuter l'Action " ValidateNetwork" (validation de réseau)
Object Reference	Objet Référence
Object Reference (child)	Objet Référence (enfant)
Update Server Information Model	Mettre à jour le Modèle d'information serveur
Working Copy deleted	Copie de travail supprimée
CommDevicePkg: BL	Paquetage d'appareil de comm.: BL
Select Builtin	Sélectionner un Builtin
Perform Validation	Accomplir la validation

Figure 13 – Ajout d'un appareil à la topologie

Le service AddReferences spécifié dans l'IEC 62541-4 est utilisé pour ajouter des appareils à la topologie. Le service AddReferences peut être utilisé pour établir une seule référence ou

plusieurs références. Si une demande de service AddReferences spécifie que plusieurs références doivent être ajoutées, les références sont ajoutées dans l'ordre de leur apparition dans la demande de service.

Un échec qui se produit au cours de l'ajout d'une seule référence ne doit pas mettre prématurément fin au processus tout entier; toutes les références doivent être traitées. Un statut est retourné indiquant le succès ou l'échec pour chaque référence incluse dans la demande de service. Les informations de statut des services OPC UA normalisées sont retournées par le Serveur FDI en réponse aux appels de service tels que spécifiés en 6.2.

Pour ajouter une référence, l'association d'un point de connexion d'appareil avec un réseau doit être validée par le Serveur FDI; cela s'applique à la fois à la gestion de topologie spécifique à un vendeur de Serveur FDI et à la méthode AddNode de l'OPC UA.

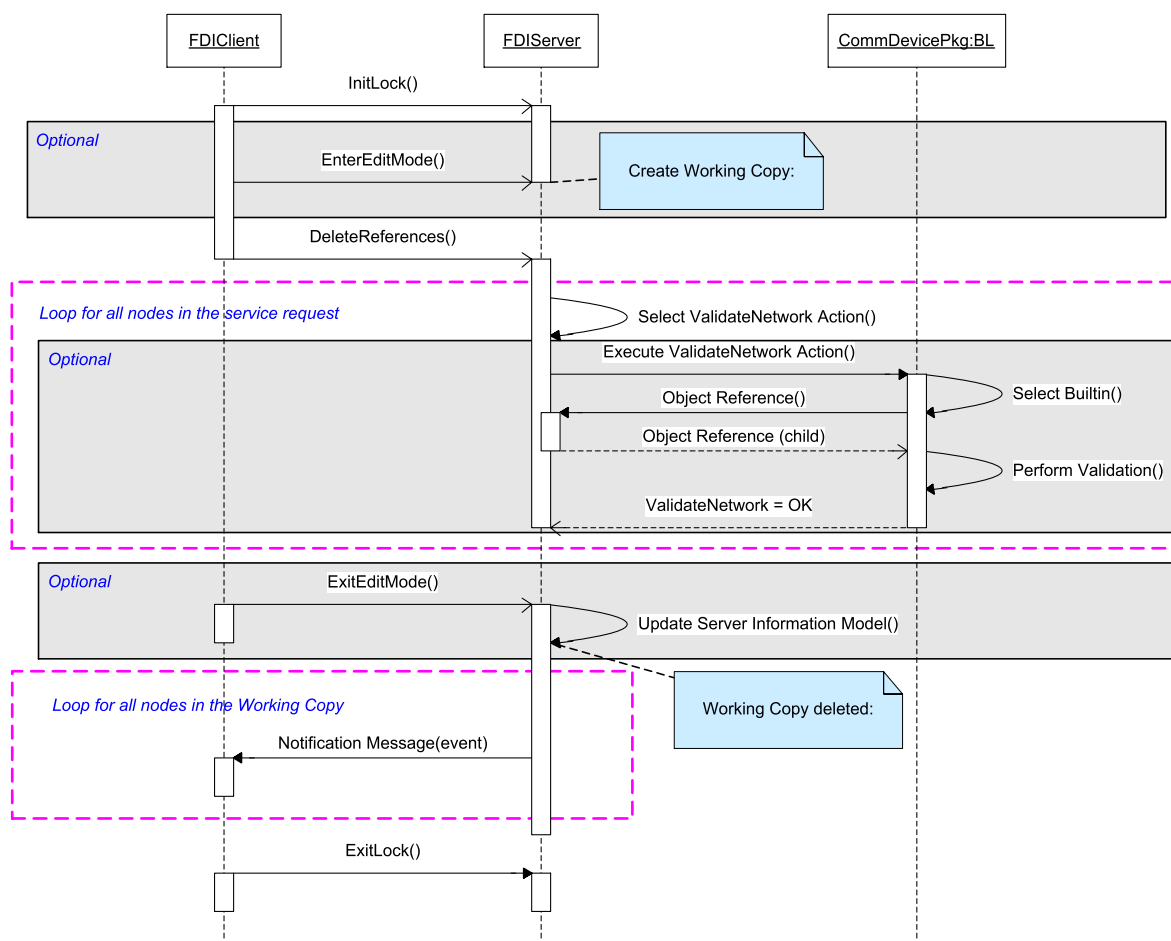
Le Serveur FDI accomplit une validation initiale de la connectivité, ce qui inclut par exemple de vérifier que les protocoles spécifiés par le point de connexion et par le réseau sont les mêmes et que le nombre de connexions pris en charge par le réseau n'a pas été dépassé. Cette validation est basée sur les informations fournies dans le Paquetage Communication FDI des éléments impliqués. Si la validation initiale réussit, l'action ValidateNetwork fournie par l'appareil de communication est invoquée par le Serveur FDI. Voir l'IEC 62769-7 pour plus de détails.

Dans une première passe, toutes les références demandées sont ajoutées, et ce, que le processus de validation ait réussi ou ait échoué. Après ajout de toutes les références, une seconde passe de validation est effectuée. Si le processus de validation échoue pour une référence quelconque, la référence en question ne doit pas être ajoutée et le statut retourné pour cette référence doit indiquer que la référence n'a pas pu être ajoutée.

En raison de ce processus de validation en deux étapes accompli par le Serveur FDI, le résultat de l'ajout de plusieurs références à la fois peut être différent du résultat de l'ajout d'une seule référence à la fois.

5.10.3.3 Retrait d'appareil du réseau

Le diagramme de séquences à la Figure 14 montre le comportement du Serveur FDI lorsqu'un appareil est retiré d'un réseau.



IEC

Anglais	Français
FDIClient	Client FDI
Optional	Facultatif
Loop for all nodes in the service request	Boucler pour tous les nœuds dans la demande de service
Loop for all nodes in the Working Copy	Boucler pour tous les nœuds dans la copie de travail
Notification Message(event)	Message de notification (événement)
FDIServer	Serveur FDI
Create Working Copy	Créer une copie de travail
Select ValidateNetwork Action	Sélectionner l'Action " ValidateNetwork" (validation de réseau)
Execute ValidateNetwork Action	Exécuter l'Action " ValidateNetwork" (validation de réseau)
Object Reference	Objet Référence
Object Reference (child)	Objet Référence (enfant)
Update Server Information Model	Mettre à jour le Modèle d'information serveur
Working Copy deleted	Copie de travail supprimée
CommDevicePkg: BL	Paquetage d'appareil de comm.: BL
Select Builtin	Sélectionner un Builtin
Perform Validation	Accomplir la validation

Figure 14 – Retrait d'un appareil de la topologie

Le service DeleteReferences spécifié dans la l'IEC 62541-4 est utilisé pour retirer des appareils de la topologie. Le service DeleteReferences peut être utilisé pour retirer une seule référence ou plusieurs références. Si une demande de service DeleteReferences spécifie que plusieurs références doivent être retirées, les références sont retirées dans l'ordre de leur apparition dans la demande de service.

Un échec qui se produit au cours du retrait d'une seule référence ne doit pas mettre prématurément fin au processus tout entier; toutes les références doivent être traitées. Un statut est retourné indiquant le succès ou l'échec pour chaque référence incluse dans la demande de service. Les informations de statut des services OPC UA normalisées sont retournées par le Serveur FDI en réponse aux appels de service tels que spécifiés en 6.2.

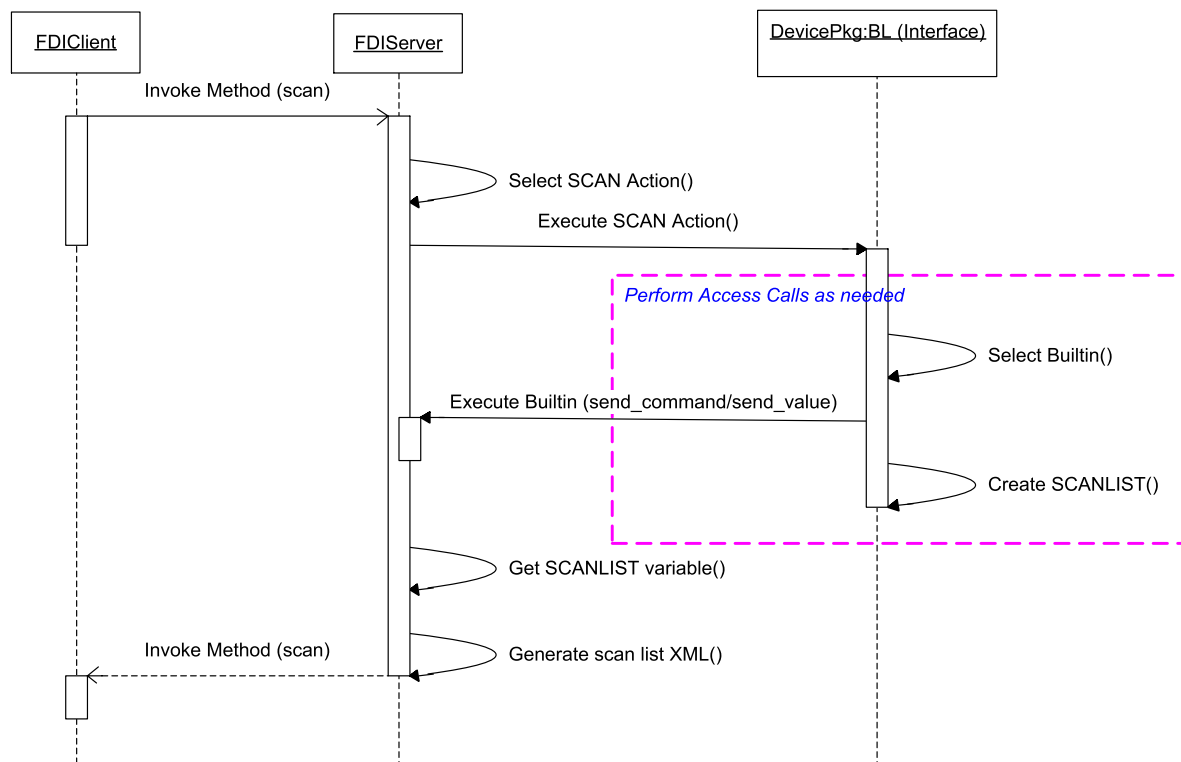
Le retrait d'un appareil d'un réseau exige que le Serveur FDI valide le réseau. Le Serveur FDI invoque l'Action ValidateNetwork fournie par l'Appareil de Communication après le retrait de l'appareil du réseau.

Dans une première passe, toutes les références demandées sont retirées, et ce, que le processus de validation ait réussi ou ait échoué. Après retrait de toutes les références, une seconde passe de validation est effectuée. Si le processus de validation échoue pour une référence quelconque, la référence en question ne doit pas être retirée et le statut retourné pour cette référence doit indiquer que la référence n'a pas pu être retirée.

En raison de ce processus de validation en deux étapes accompli par le Serveur FDI, le résultat de l'ajout de plusieurs références à la fois peut être différent du résultat de l'ajout d'une seule référence à la fois.

5.10.4 Balayage de topologie

Le diagramme de séquences à la Figure 15 montre le comportement du Serveur FDI lorsqu'une topologie est balayée.



IEC

Anglais	Français
FDIClient	Client FDI
Invoke Method (scan)	Invoquer la méthode (balayage)
FDIServer	Serveur FDI
Select SCAN Action()	Sélectionner l'Action SCAN
Execute SCAN Action()	Exécuter l'Action SCAN
Perform Access Calls as needed	Effectuer des appels d'accès selon les besoins
Execute Builtin (send_command/send_value)	Exécuter le Builtin (send_command/send_value)
Get SCANLIST variable	Obtenir la variable SCANLIST
Generate scan list XML	Générer la liste de balayage XML
DevicePkg: BL (Interface)	Paquetage d'appareil: BL (Interface)
Select Builtin	Sélectionner un Builtin
Create SCANLIST	Créer SCANLIST

Figure 15 – Balayage de topologie

Le balayage d'un réseau pour détecter les appareils connectés est assuré au moyen du Service Scan (Balayer) associé à des appareils de communication. Ce service est décrit dans l'IEC 62769-5.

Pour les nœuds représentant des appareils à Communication native, le Serveur FDI fournit la mise en œuvre des services.

Pour les appareils de communication qui ne sont pas natifs au Serveur FDI, le Serveur FDI appelle l'action SCAN fournie par l'appareil de communication (voir l'IEC 62769-4). L'action SCAN appelle des builtins fournis par le Serveur FDI pour envoyer des commandes à l'appareil de communication. L'action SCAN traite les réponses aux commandes pour créer une liste de balayage.

La liste de balayage créée par l'action SCAN est stockée dans une variable DDLIST référencée par la variable SCAN_LIST. La DDLIST contient la définition pour les appareils détectés par l'appareil de communication.

Le Modèle d'information spécifié dans l'IEC 62769-5 fournit des définitions indépendantes vis-à-vis de tout protocole pour des appareils. Les définitions d'appareils indépendantes vis-à-vis de tout protocole contiennent des références aux nœuds contenant l'identification spécifique à protocole pour un appareil.

La variable DDLIST résultant du balayage est composée de définitions de variables. La DDLIST contient les variables dont le nom concorde avec les propriétés et les attributs définis dans l'IEC 62769-5 pour la définition d'appareil indépendante de tout protocole. Ces définitions indépendantes vis-à-vis de tout protocole permettent au Serveur FDI de formuler à l'intention d'un Client FDI les informations qui sont indépendantes vis-à-vis de tout protocole et qui concernent les appareils présents dans le réseau.

L'Action SCAN peut ne pas identifier complètement un appareil; des variables fournissant des informations indépendantes vis-à-vis de tout protocole peuvent être absentes de la DDLIST. Le Serveur FDI, par le biais de fonctions spécifiques à un vendeur, effectue des actions supplémentaires de lecture et d'écriture de paramètres dans l'appareil pour compléter l'identification. Cette fonctionnalité est à la fois spécifique à un vendeur de Serveur FDI et spécifique à un protocole. Elle n'est pas normalisée.

La DDLIST contient également des informations d'adressage réseau pour les appareils identifiés dans le réseau. L'adressage réseau sera spécifique à un protocole, mais concordera pour les points de connexion avec les propriétés et attributs spécifiques à un protocole spécifiés dans l'IEC 62769-5.

La DDLIST peut également contenir des variables supplémentaires qui sont spécifiques à un protocole. Les variables spécifiques à un protocole sont normalisées par les Fondations définissant le protocole réseau. Voir les Annexes spécifiques à un protocole dans l'IEC 62769-4.

Le Serveur FDI est responsable de la création du jeu de données XML retourné par le Service Scan en utilisant les informations fournies par la variable DDLIST.

5.10.5 Utilisation de la fonction SCAN

La fonction SCAN peut être utilisée par le Serveur FDI comme partie intégrante de la gestion de topologie. Les fonctions spécifiques au vendeur du Serveur FDI pour la gestion de topologie peuvent accomplir des balayages de réseau pour définir les Instances d'appareils pour créer et initialiser la topologie du Modèle d'information.

La fonction SCAN est fournie par des appareils de communication; une définition d'appareil ne doit pas exister dans le Modèle d'information pour que la fonction SCAN réussisse. Les informations fournies par la fonction SCAN peuvent être utilisées par la fonctionnalité spécifique au vendeur du Serveur FDI pour créer la Topologie d'appareils. La fonctionnalité spécifique au vendeur du Serveur FDI a la responsabilité de faire correspondre les appareils identifiés par la fonction SCAN aux types d'appareils dans le Modèle d'information.

Le Serveur FDI, par la mise en œuvre spécifique à un vendeur, utilise la fonction SCAN comme partie intégrante de la mise en service d'un réseau. La mise en œuvre spécifique au vendeur du Serveur FDI permet au Serveur FDI d'établir la correspondance et de valider la topologie créée hors ligne par rapport au réseau physique (voir 5.10.6).

L'utilisation de la fonction SCAN pour la création de topologie et la validation de topologie n'est pas normalisée et elle est une fonctionnalité spécifique au vendeur du Serveur FDI.

5.10.6 Validation de la topologie définie

Le Serveur FDI doit valider que l'instance d'appareil définie dans le Modèle de l'information concorde avec l'appareil physique. La fonctionnalité spécifique au vendeur du Serveur FDI a la responsabilité de valider le Modèle d'information par rapport aux appareils physiques connectés dans le système.

Le Serveur FDI peut s'appuyer sur des fonctions normalisées telles que SCAN pour identifier les appareils physiquement connectés et pour déterminer s'il y a concordance avec la topologie définie hors ligne. Le Serveur FDI peut également utiliser des commandes spécifiques à un protocole pour identifier des appareils.

Le Serveur FDI doit valider que l'appareil physique est du même type que l'Instance d'appareil dans le Modèle de l'information. La mise en œuvre spécifique au vendeur du Serveur FDI peut permettre une connectivité à des appareils de révisions différentes ou exiger une concordance exacte. La fonctionnalité spécifique au vendeur du Serveur FDI fournit la concordance des appareils.

5.11 Éléments de l'interface utilisateur

5.11.1 Descriptions d'interface utilisateur

Les descriptions d'interface utilisateur (UID) sont des interfaces utilisateur descriptives qui sont rendues par un Client FDI. Elles apparaissent dans le Modèle d'information sous forme de nœuds UIDescriptionType (voir l'IEC 62769-5).

Les Clients FDI récupèrent des UID en lisant l'attribut Value d'un nœud UIDescriptionType dans le Modèle d'information. L'attribut Value d'un nœud UIDescriptionType contient l'UID sous la forme d'une chaîne XML (voir l'IEC 62769-2).

Toutes les valeurs que le Serveur FDI fournit au Client FDI par l'intermédiaire de l'UID ne doivent pas être échelonnées, y compris, par exemple, les valeurs de variables réelles, les plages et les valeurs initiales.

Les Serveurs FDI doivent évaluer tout comportement conditionnel présent dans une UID avant de la fournir au Client FDI. Le Client FDI doit simplement rendre l'UID fournie par le Serveur FDI

Cet exemple suppose que l'UID est basée sur l'EDDL. Si l'attribut PATH d'une IMAGE est conditionnel (c'est-à-dire dépend de la valeur d'un paramètre dans l'appareil), le Serveur FDI doit évaluer l'énoncé conditionnel pour déterminer quelles images doivent être utilisées et ensuite fournir le Nom d'exploration (BrowseName) approprié au Client FDI par le biais d'une chaîne XML. Le Client FDI rendra simplement l'image appropriée. Tous les autres énoncés conditionnels EDDL doivent être évalués d'une façon similaire par le Serveur FDI.

Un Paquetage FDI peut définir les actions qui sont associées à des UID. Les actions suivantes peuvent être définies dans un Paquetage FDI:

- Actions avant l'édition
- Action après l'édition
- Actions Init (initialisation)
- Actions Refresh (rafraîchissement)
- Actions Exit (Sortie)

Ces actions sont exécutées par le Serveur FDI, mais leur exécution est pilotée par le Client FDI.

Afin de permettre au Client FDI de piloter l'exécution d'actions, le Serveur FDI crée des Proxy d'Actions (voir 5.12.3) et rend les noms des Proxy d'Actions disponibles pour le Client FDI au moyen du type d'élément `ListOfActions` défini dans le Schéma XML (voir l'IEC 62769-2). Le Serveur FDI maintient ainsi les noms des Proxys d'actions dans la chaîne XML de l'UID.

Lorsque le Client FDI récupère les UID, il récupère en même temps les noms des Proxys d'actions qui leur sont associés.

Même si une même définition d'Actions EDD peut spécifier plus d'une Méthode EDD, le Serveur FDI ne fournit pas des références individuelles à chaque Méthode EDD spécifiée. Par contre, il fournit un seul nom de Proxy d'Actions pour se référer à toutes les Méthodes EDD spécifiées dans la clause Actions EDD. En conséquence, la liste d'actions spécifiée dans le Schéma XML aura toujours une seule entrée.

Lorsque le Client FDI traite une UID, il peut lancer l'exécution d'actions en appelant le service `InvokeAction` et en passant comme argument le nom Actions Proxy ("Proxy d'Actions") correspondant (voir 5.12.3).

5.11.2 Plugiciels d'interface utilisateur

Les plugiciels d'interface utilisateur (UIP) sont des interfaces utilisateur programmables qui sont exécutées par un Client FDI. Elles apparaissent dans le Modèle d'information sous forme de nœuds `UIDescriptionType` (voir l'IEC 62769-5).

Les Clients FDI récupèrent des UIP en lisant l'attribut `Value` d'un nœud `UIPluginType` dans le Modèle d'information. L'attribut `Value` d'un nœud `UIPluginType` est une matrice d'octets contenant un composant exécutable binaire (voir l'IEC 62769-5).

Les Paquetages FDI peuvent fournir plusieurs variantes du même UIP (voir l'IEC 62769-4). Les Clients FDI naviguent parmi les Variantes d'UIP disponibles et sélectionnent la variante qui est la plus appropriée.

Contrairement aux UID, les UIP ne sont traités en aucune façon par un Serveur FDI; ils sont simplement fournis au Client FDI sur demande.

Les Paquetages d'appareils FDI peuvent référencer un UIP dans un Paquetage d'UIP FDI distinct (voir l'IEC 62769-4). Les Serveurs FDI doivent résoudre ces références. Toute référence qui ne peut être résolue doit conduire à un code de statut `Bad_NodeIdUnknown` lorsque l'UIP est lu par un Client FDI.

5.12 Actions

5.12.1 Interaction Serveur FDI – Client FDI

Les Clients FDI invoquent des Actions en appelant la méthode `InvokeAction` (voir l'IEC 62769-5).

Lorsqu'une action est invoquée, le Serveur FDI crée un diagramme d'états qui est maintenu pendant que l'Action s'exécute. L'état peut changer en réponse aux fonctions intégrées qui sont invoquées par l'Action, ainsi qu'en réponse à des interactions avec le Client FDI.

Le Serveur FDI crée alors une variable transitoire et non consultable dans le Modèle d'information pour l'échange d'informations entre le Serveur FDI et le Client FDI, appelée ci-après la variable d'échange. Le `NodeId` de la variable d'échange est retourné au Client FDI comme argument de sortie de la méthode `InvokeAction` (voir l'IEC 62769-5).

Une fois que le diagramme d'états a été créé, les variables d'échange ont été créées, et l'action a commencé à s'exécuter, la méthode InvokeAction se termine, c'est-à-dire qu'elle ne reste pas active pendant l'exécution de l'Action.

Le Serveur FDI envoie des demandes d'interface utilisateur au Client FDI par l'intermédiaire de la variable d'échange, et le Client FDI envoie des réponses aux demandes d'interface utilisateur au Serveur FDI par l'intermédiaire de la variable d'échange. La valeur de la variable d'échange est une chaîne de caractères XML (voir l'IEC 62769-2). Elle contient l'état actuel de l'Action, ainsi qu'une demande ou une réponse à une demande d'interface utilisateur.

Le service Subscription (abonnement) indiqué dans l'IEC 62541-4 est utilisé pour permettre au Serveur FDI d'envoyer des demandes d'interface utilisateur au Client FDI par l'intermédiaire de la variable d'échange. Le Client FDI s'abonne à la variable d'échange pour recevoir des demandes d'interface utilisateur issues du Serveur FDI. Si une demande est transitionnelle, le Client FDI peut manquer la demande. La demande sera retenue dans la variable d'échange jusqu'à ce que le Client FDI crée un abonnement. Une fois l'abonnement établi, le Serveur FDI répondra avec l'état actuel et la demande en cours.

NOTE 1 TimeDelay avec une courte durée est un exemple de demande transitionnelle.

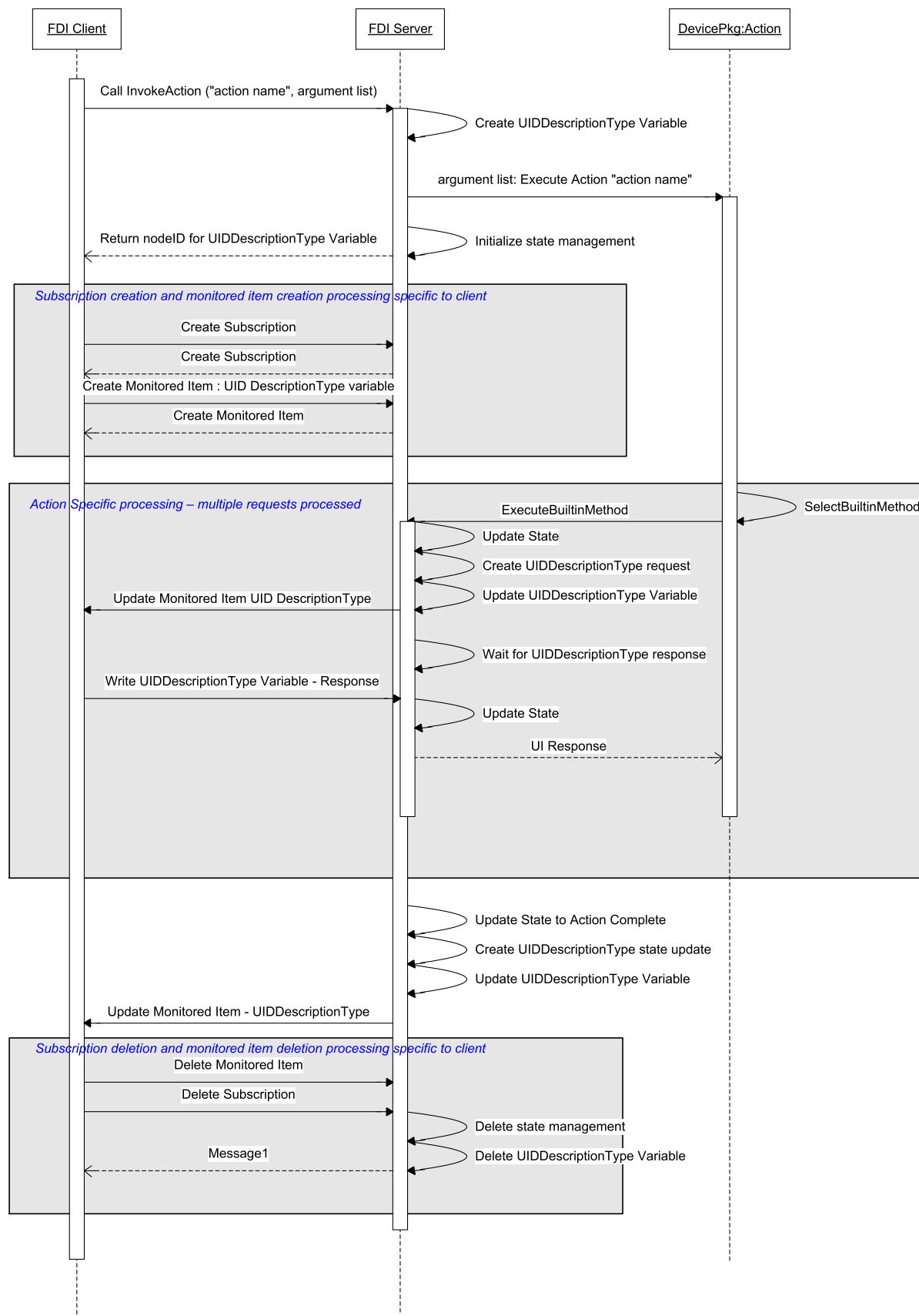
Le Serveur FDI peut mettre en œuvre une temporisation définie par un serveur pour les demandes d'interface utilisateur. Le manquement du Client FDI à répondre à une demande d'interface utilisateur avant que la temporisation n'expire peut amener le Serveur FDI à abandonner l'Action.

NOTE 2 La temporisation est censée être de l'ordre de 20 min à 30 min comme une temporisation de session d'une page web.

Le Serveur FDI retient l'état actuel et la dernière demande dans la variable d'échange, et ce, même après le parachèvement de l'Action. La variable d'échange garde sa valeur jusqu'à ce que le Client FDI mette fin à l'abonnement.

Une Action peut être abandonnée par le Client FDI ou par l'Action elle-même.

Le diagramme de séquences à la Figure 16 montre l'interaction client/serveur d'une Action.



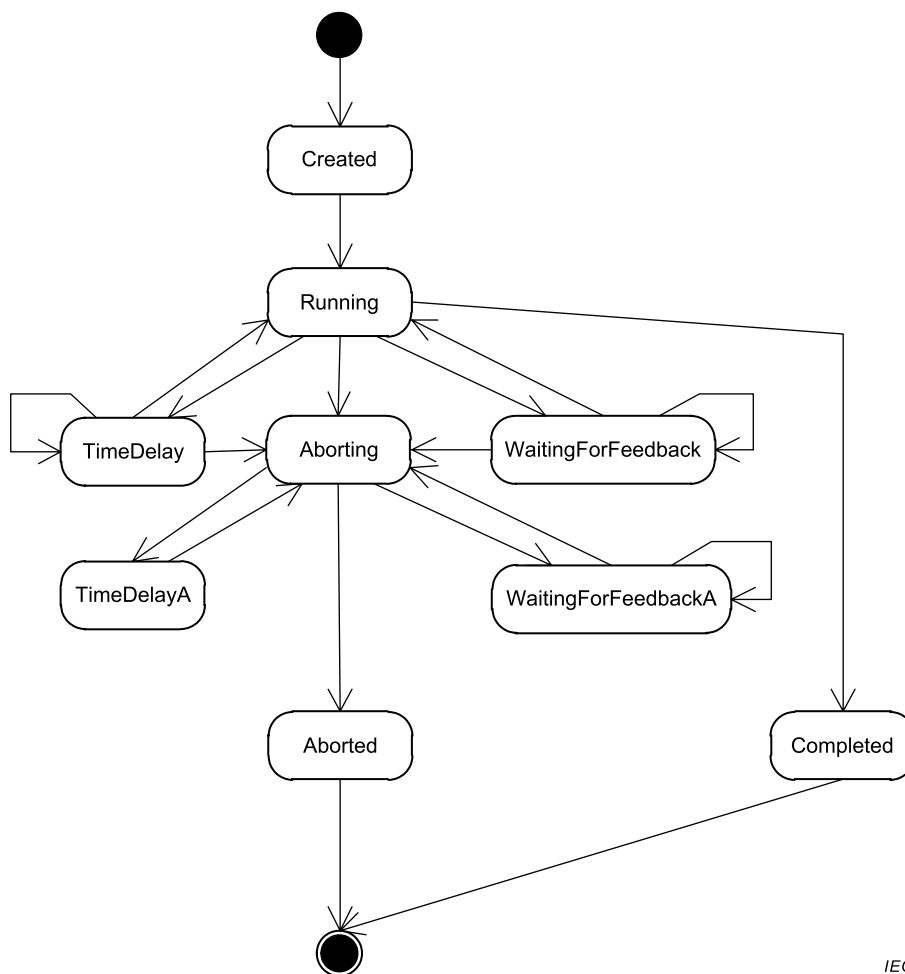
Anglais	Français
FDIClient	Client FDI
Call InvokeAction ("action name", argument list)	Appeler InvokeAction ("nom d'action", liste d'arguments)
Return nodeID for UIDescriptionType Variable	Retourner nodeID pour la variable UIDescriptionType
Suscription creation and monitored item creation processing specific to client	Traitement spécifique au client de la création d'abonnement et de la création d'élément surveillé
Create Subscription	Créer un abonnement
CreateMonitored Item: UIDescriptionType variable	Créer un élément surveillé: variable UIDescriptionType
CreateMonitored Item	Créer un élément surveillé
Action Specific processing – multiple requests processed	Traitement spécifique à une Action – plusieurs demandes traitées
Update Monitored Item UIDescriptionType	Mettre à jour l'élément surveillé UIDescriptionType
Write UIDescriptionType Variable – Response	Ecrire la variable UIDescriptionType – Réponse
Update Monitored Item – UIDescriptionType	Mettre à jour l'élément surveillé UIDescriptionType
Subscription deletion and monitored item deletion processing specific to client	Traitement spécifique au client de la suppression d'abonnement et de la suppression d'élément surveillé
Delete Monitored Item	Supprimer l'élément surveillé
Delete Subscription	Supprimer l'abonnement
Message1	Message 1
FDI Server	Serveur FDI
Create UIDescriptionType Variable	Créer une variable UIDescriptionType
Argument list: Execute Action "action name"	Liste d'arguments: Exécuter l'Action "nom d'action"
Initialize state management	Initialiser la gestion d'état
Execute Builtin Method	Exécuter la méthode Builtin
Update State	Mettre à jour l'état
Create UIDescriptionType request	Créer la demande UIDescriptionType
Update UIDescriptionType Variable	Mettre à jour la variable UIDescriptionType
Wait for UIDescriptionType response	Attendre la réponse UIDescriptionType
UI Response	Réponse d'UI
Update State to Action Complete	Mettre à jour l'état à "Action Complete" (action parachevée)
Create UIDescriptionType state update	Créer la mise à jour de l'état UIDescriptionType
Update UIDescriptionType Variable	Mettre à jour la variable UIDescriptionType
Delete state management	Supprimer la gestion d'état
Delete UIDescriptionType Variable	Supprimer la variable UIDescriptionType
DevicePkg: Action	Paquetage d'appareil: Action
Select Builtin Method	Sélectionner la méthode Builtin

Figure 16 – Exécution d'Action

5.12.2 Diagramme d'états Action

5.12.2.1 Etats

Le diagramme d'états Action est montré à la Figure 17.



IEC

Anglais	Français
Created	Created (Créée)
Running	Running (En marche)
TimeDelay	TimeDelay (délai)
Aborting	Aborting (En cours d'abandon)
Aborted	Aborted (Abandonnée)
WaitingForFeedback	WaitingForFeedback (Attente de feedback)
TimeDelayA	TimeDelayA (Délai A)
WaitingForFeedbackA	WaitingForFeedbackA (Attente de feedback A)
Completed	Completed (Parachevée)

Figure 17 – Diagramme d'états Action

Les états du diagramme d'états Action sont spécifiés dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Etats d'Action

Etat	Description
Created (Créée)	L'état initial lorsque l'instance de diagramme d'états est créée par le Serveur FDI.
Running (En marche)	L'état d'exécution normal.
TimeDelay (Délai)	L'état où l'exécution normale est suspendue pendant une certaine durée.
WaitingForFeedback (Attente de feedback)	L'état où l'exécution normale est suspendue parce qu'une interaction de l'utilisateur est nécessaire.
Aborting (En cours d'abandon)	L'état où l'exécution normale a été abandonnée et le traitement d'abandon est effectué.
TimeDelayA (Délai A)	L'état où le traitement d'abandon est suspendu pendant une certaine durée.
WaitingForFeedbackA (Attente de feedback A)	L'état où le traitement d'abandon est suspendu parce qu'une interaction de l'utilisateur est nécessaire.
Completed (Parachevée)	L'état où l'exécution normale est parachevée.
Aborted (Abandonnée)	L'état où le traitement d'abandon est parachevé.

5.12.2.2 Transitions d'états

Les transitions d'états du diagramme d'états Action sont définies dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Transitions d'états Action

Etat source	Evénement	Etat destination
StartState (Etat de départ)	Le Serveur FDI a créé un diagramme d'états pour l'Action.	Created (Créée)
Created (Créée)	L'exécution de l'Action a démarré.	Running (En marche)
Running (En marche)	L'exécution de l'Action est parachevée.	Completed (Parachevée)
Running (En marche)	La fonction intégrée a été rencontrée et exige un délai	TimeDelay (Délai)
Running (En marche)	La fonction intégrée a été rencontrée et exige un retour d'informations de l'utilisateur	WaitingForFeedback (Attente de feedback)
Running (En marche)	Une fin anormale de l'Action a été déclenchée par le Serveur FDI ou par le Client FDI.	Aborting (En cours d'abandon)
TimeDelay (Délai)	Le Serveur FDI a décidé d'envoyer le délai restant au Client FDI.	TimeDelay (Délai)
TimeDelay (Délai)	Le Serveur FDI a calculé un nouveau délai qui doit être envoyé au Client FDI.	TimeDelay (Délai)
TimeDelay (Délai)	Une fin anormale de l'Action a été déclenchée par le Client FDI.	Aborting (En cours d'abandon)
TimeDelay (Délai)	Le délai a expiré.	Running (En marche)
WaitingForFeedback (Attente de feedback)	Le Serveur FDI a décidé d'envoyer une demande de retour d'informations mise à jour au Client FDI.	WaitingForFeedback (Attente de feedback)
WaitingForFeedback (Attente de feedback)	Le Serveur FDI a reçu un retour d'informations du Client FDI.	Running (En marche)
WaitingForFeedback (Attente de feedback)	Une fin anormale de l'Action a été déclenchée par le Serveur FDI ou par le Client FDI.	Aborting (En cours d'abandon)
WaitingForFeedback (Attente de feedback)	La période de temporisation du Serveur FDI a expiré sans réponse du Client FDI.	Aborting (En cours d'abandon)
Aborting (En cours d'abandon)	La fonction intégrée a été rencontrée et exige un délai	TimeDelayA (Délai A)
Aborting (En cours d'abandon)	La fonction intégrée a été rencontrée et exige un retour d'informations de l'utilisateur	WaitingForFeedbackA (Attente de feedback A)
Aborting (En cours d'abandon)	L'exécution de l'Action est parachevée.	Aborted (Abandonnée)
TimeDelayA (Délai A)	Le délai a expiré.	Aborting (En cours d'abandon)
WaitingForFeedbackA (Attente de feedback A)	Le Serveur FDI a décidé d'envoyer une demande de retour d'informations mise à jour au Client FDI.	WaitingForFeedbackA (Attente de feedback A)
WaitingForFeedbackA (Attente de feedback A)	Le Serveur FDI a reçu un retour d'informations du Client FDI.	Aborting (En cours d'abandon)
Aborted (Abandonnée)	Le Serveur FDI a détruit le diagramme d'états pour l'Action.	FinishState
Completed (Parachevée)	Le Serveur FDI a détruit le diagramme d'états pour l'Action.	FinishState

5.12.3 Proxys d'Actions

Les Actions EDD spécifient les méthodes d'EDD qui doivent être exécutées à des moments spécifiques au cours du traitement des valeurs de variables ou au cours de l'interaction utilisateur. Dans de nombreux cas, le Serveur FDI exécute implicitement les actions d'EDD. Par contre, dans certains cas spécifiques, tels que spécifiés en 5.12.4, l'exécution des Actions EDD est pilotée par le FDI Client.

Afin de permettre au Client FDI de piloter l'exécution des actions d'EDD, le Serveur FDI crée des Proxys d'Actions. Un Proxy d'Actions est une entité interne créée par le Serveur FDI pour encapsuler les méthodes EDD spécifiées dans la définition des Actions EDD. Le Proxy d'Actions correspond donc à une seule clause `"*_ACTIONS"` dans l'EDDL et, donc, au jeu complet de Méthodes EDD qui y sont spécifiées.

Le Serveur FDI assigne un nom au Proxy d'Actions. Le nom du Proxy d'Actions est un identificateur non ambigu, c'est-à-dire il identifie de façon univoque le Proxy d'Actions dans le domaine d'application d'une seule instance d'appareil.

Le Serveur FDI rend le nom du Proxy d'Actions disponible au Client FDI par l'intermédiaire des descriptions XML associées aux nœuds UID (voir 5.11.1). Le Client FDI peut ainsi piloter l'exécution d'un Proxy d'Actions si nécessaire en appelant la méthode `InvokeAction` et en passant le nom du Proxy d'Actions comme argument.

NOTE Le deuxième argument de la méthode `InvokeAction` (`"MethodArguments"`) est vide, car les Actions EDD n'ont pas d'argument.

Pour traiter un appel `InvokeAction` avec un nom de Proxy d'Actions comme argument, le Serveur FDI exécute le jeu complet de Méthodes EDD associées au Proxy d'Actions en question. Comme spécifié dans l'IEC 61804-3, le Serveur FDI exécute les Méthodes EDD selon leur ordre d'apparition dans la définition des Actions EDD et si une Méthode EDD sort pour une raison intempestive, les Méthodes EDD qui suivent ne sont pas exécutées.

En prenant comme référence les transitions d'états définies dans le Tableau 2, cela signifie que:

- le diagramme d'états passe de l'état "Created" à l'état "Running" lorsque l'exécution de la première Méthode EDD dans la définition des Proxys d'Actions commence;
- dans le temps moyen entre l'exécution de deux Méthodes EDD, le diagramme d'états reste dans l'état "Running";
- le diagramme d'états passe seulement de l'état "Running" à l'état "Completed" lorsque l'exécution de la dernière Méthode EDD dans la définition des Proxys d'Actions s'achève ou si une Méthode EDD se ferme pour une raison imprévue.

Toutes les autres transitions d'états restent les mêmes.

5.12.4 Actions, Actions EDD et Proxys d'Actions

Les Actions sont une disposition du Serveur FDI pour permettre aux Clients FDI d'exécuter des Méthodes EDD en général et des Actions EDD en particulier. Les méthodes EDD en général, avec l'exception des méthodes `Abort` et `Action`, sont exposées dans le Modèle d'information sous la forme de nœuds sous l'objet `ActionSet` du nœud appareil ou bloc correspondant (voir l'IEC 62769-5). Par contre, les Actions EDD ne sont pas exposées dans le Modèle d'information. Les Actions EDD sont rendues disponibles au Client FDI en plaçant les noms de leurs Proxys d'Actions correspondants dans l'élément `ListOfActions` dans la description XML des nœuds UID (voir 5.11.1).

Les types d'Actions EDD et les constructions EDD qui les utilisent sont montrés dans le Tableau 3 (voir l'IEC 61804-3).

Tableau 3 – Types d'Actions EDD et les constructions EDD qui les utilisent

Type d'Actions EDD	Construction EDD					HUY
	VARIABLE	MENU	EDIT_DISPLAY	WAVEFORM (FORME D'ONDE)	SOURCE	
Actions avant la lecture	I	I				
Actions après la lecture	I	I				
Actions avant l'écriture	I	I				
Actions après l'écriture	I	I				
Actions avant l'édition	E	E	E			E
Action après l'édition	E	E	E			E
Actions Init (Initialisation)		E		E	E	E
Actions Exit (Sortie)		E		E	E	E
Actions Refresh (Rafraîchissement)	I	E		E	E	E

Comme l'indique le Tableau 3, le Serveur FDI exécute implicitement (I) les Actions EDD dans certains cas alors que dans d'autres cas, l'exécution des Actions EDD est pilotée par le Client FDI, c'est-à-dire que le Client FDI a besoin de démarre explicitement (E) l'exécution des Actions EDD dans le Serveur FDI.

Le Serveur FDI exécute implicitement les types suivants d'Actions EDD:

- actions pre-read, post-read, pre-write et post-write, tant pour les variables que pour les menus
- actions Refresh (rafraîchissement) pour les variables

Ces types d'actions ne doivent exiger aucune interaction utilisateur; elles sont strictement censées être utilisées pour le traitement de Logique applicative. Une action de l'un de ces types exigeant une interaction de l'utilisateur ne procédera pas à l'intégration, mais retournera une erreur si possible.

Le Serveur FDI traite implicitement les actions pre-read, post-read et refresh actions pour les variables lorsque le Client FDI lit des variables en ligne (voir 5.7.3). De même, le Serveur FDI traite implicitement les actions les actions pre-write et post-write pour les variables lorsque le Client FDI écrit des variables en ligne, soit de manière immédiate (voir 5.8.3), soit en mode édition (voir 5.8.4).

Les actions pre-read, post-read, pre-write et post-write pour les menus sont seulement utilisées par les menus de chargement et de téléchargement (voir l'IEC 61804-4 et l'IEC 62769-2). Le Serveur FDI traite implicitement les actions pre-write et post-write pour les menus lorsque le Client FDI transfère des données vers l'appareil (voir 5.2.2). De même, le Serveur FDI traite implicitement les actions pre-read et post-read pour les menus lorsque le Client FDI transfère des données depuis l'appareil (voir 5.2.3).

Le Client FDI démarre explicitement l'exécution des types suivants d'Actions EDD:

- Actions Pre-edit et post-edit pour les variables, les menus, les écrans d'édition et les UID.
- Actions Init, exit et refresh pour les menus, formes d'onde, sources et UID.

Lorsque ces actions contiennent des interactions utilisateur (voir l'IEC 61804-4), elles exigeront l'interaction entre le Serveur FDI et le Client FDI. Cela est réalisé en utilisant des Actions, telles que spécifiées en 5.12.1. Le Client FDI démarre explicitement l'exécution de ces types d'actions dans le Serveur FDI en appelant la méthode `InvokeAction` et en passant comme paramètre le nom du Proxy d'Actions correspondant.

6 Services OPC UA

6.1 Profils OPC UA

Le jeu des services spécifiés pour l'OPC UA sont groupés en profils normalisés tels que définis dans l'IEC 62541-7. Les Serveurs FDI doivent se conformer au Profil de Serveur FDI, qui est spécifié comme:

- incluant le "Serveur normalisé" de l'OPC UA ("Standard Server")
- incluant la "Facette Serveur Accès aux données" de l'OPC UA ("DataAccess Server Facet")
- incluant la "Facette Serveur Gestion des nœuds" de l'OPC UA ("Node Management Server Facet")
- incluant la "Facette Serveur Méthode" de l'OPC UA ("Method Server Facet")
- incluant la "Facette Serveur Abonnement aux événements" de l'OPC UA ("Event Subscription Server Facet")
- incluant la "Facette Serveur Audit" de l'OPC UA ("Auditing Server Facet")
- incluant le "Modèle d'information FDI" de la FDI ("FDI Information Model")

6.2 Informations relatives aux erreurs de services

6.2.1 Vue d'ensemble

Les Serveurs FDI fournissent des opérations de services qui sont invoquées par le biais de services de l'OPC UA. Les informations de statut des services OPC UA normalisées sont retournées par le Serveur FDI en réponse aux appels de service.

La spécification OPC UA définit tous les services comme ayant une réponse normalisée qui comporte un en-tête de réponse contenant des codes de réponse généraux et spécifiques à un service qui sont conformes à l'IEC 62541-4. La structure du code de réponse contient des informations de diagnostic qui retournent un code d'erreur ainsi qu'un texte localisé pour l'erreur. Les Serveurs FDI doivent remplir les enregistrements de diagnostic comportant le texte localisé pour les erreurs rapportées.

L'enregistrement de diagnostic OPC UA permet aux Serveurs d'inclure des informations de statut "interne". Les Serveurs FDI fournissent les erreurs spécifiques de liaison à la technologie dans l'enregistrement de statut "interne".

6.2.2 Services OPC UA et leur réponse

Lorsque le Client FDI présente un Message de demande de Service au Serveur FDI, si le service est pris en charge et exécuté, le Serveur FDI génère un code de succès/échec qu'il inclut dans un Message de réponse positive accompagnant les données qui doivent être retournées. Chaque demande de Service a un `RequestHeader` (En-tête de demande) et chaque réponse relative à un Service a un `ResponseHeader` (En-tête de réponse).

Le `ResponseHeader` est une structure qui a les éléments de données utilisés pour acheminer les informations de diagnostic EDDL, le `serviceResult` et le `diagnosticInfo`.

Le `serviceResult` est le résultat normalisé défini par l'OPC UA qui est donné en réponse à l'invocation de Service. Le type du `serviceResult` est `StatusCode`, qui définit une valeur

numérique normalisée qui est utilisée pour rapporter le résultat d'une opération effectuée par un Serveur FDI. Ce code peut avoir des informations de diagnostic associées qui décrivent le statut avec plus de détails.

Le diagnosticInfo est une structure qui est destinée à retourner des informations de diagnostic spécifiques à un vendeur.

6.2.3 Mappings des codes de réponse EDDL à la réponse à la demande de service OPC UA

Lorsque les Clients FDI utilisent les services OPC UA pour lire et écrire les Attributs de Paramètres, ils reçoivent en retour comme partie intégrante de la réponse du Serveur FDI un ResponseHeader avec le code de succès/échec et des informations de diagnostic.

Le Serveur FDI utilise les éléments de données serviceResult et diagnosticInfo du ResponseHeader pour retourner des informations d'erreur et de diagnostic relatives à l'échec de l'exécution des actions des variables, y compris les actions PRE_READ, POST_READ, PRE_WRITE et POST_WRITE.

Le StatusCode retourné dans l'élément de données serviceResult du ResponseHeader est aussi utilisé pour gérer l'attribut VALIDITY de l'EDDL. Toute tentative d'accéder à une variable non valide sera rapportée au Client FDI comme résultat d'appel de service. Le service retourne un "Bad Failure" (Echec sérieux) dans le bit "Severity" (Sévérité) du StatusCode. En outre, l'élément de données diagnosticInfo du ResponseHeader peut être utilisé pour fournir un diagnostic détaillé sur l'échec. Le Serveur FDI doit également traiter le fait que VALIDITY peut être le résultat de l'évaluation d'une expression conditionnelle. Dans ce cas, les clients FDI s'appuient sur les capacités de notification du Serveur FDI lorsque le modèle change dynamiquement en raison d'une évaluation d'énoncés conditionnels.

Les éléments de données serviceResult et diagnosticInfo du ResponseHeader sont utilisés pour retourner des informations d'erreur et de diagnostic relatives aux codes de réponse EDDL. Les codes de réponse d'EDDL spécifient les valeurs qu'un appareil peut retourner comme résultat d'une opération. Chaque variable, enregistrement ou matrice de valeurs EDDL peut définir son propre jeu associé de codes de réponse.

Le serviceResult est utilisé pour retourner un statut qui correspond à l'attribut TYPE du code de réponse EDDL. Les bits Severity du StatusCode sont positionnés en fonction du TYPE de codes de réponse selon le Tableau 4.

Tableau 4 – Bits "sévérité" de l'OPC UA et TYPE des codes de réponse EDDL

Sévérité de l'OPC UA	Type des codes de réponse EDDL
Good Success	SUCCESS
Uncertain Warning	MISC_WARNING, DATA_ENTRY_WARNING
Bad Failure	DATA_ENTRY_ERROR, MODE_ERROR, PROCESS_ERROR, MISC_ERROR

Les éléments de données symbolicIdIndex, localizedTextIndex et additionalInfo du diagnosticInfo sont utilisés pour retourner le code de réponse et la description textuelle obtenue à partir des définitions des codes de réponse EDDL. Il incombe au Serveur FDI la responsabilité de traduire le nombre entier du code de réponse en sa description textuelle correspondante et de remplir le diagnosticInfo.

L'élément de données symbolicIdIndex est utilisé pour retourner le code de réponse numérique à partir du RESPONSE_CODE EDDL. Le code numérique doit être converti en une chaîne de caractères dans le tableau de caractères (stringTable). Le symbolicIdIndex contient l'indice dans le stringTable.

L'élément de données `localizedTextIndex` est utilisé pour retourner l'attribut `DESCRIPTION` à partir du `RESPONSE_CODE` EDDL. La chaîne `DESCRIPTION` est acheminée au Client FDI dans l'élément de données `stringTable` dans le paramètre `ResponseHeader`. Le `localizedTextIndex` contient l'indice dans le `stringTable`.

L'élément de données `additionalInfo` est utilisé pour retourner l'attribut `HELP` à partir du `RESPONSE_CODE` EDDL.

En plus des codes de réponse décrits via l'EDDL, les codes de réponse normalisés qui sont définis par les protocoles de communication sous-jacents peuvent aussi être retournés.

6.3 Mise à jour de valeurs de paramètres au cours de demande de service write

Le Serveur FDI maintient un Modèle d'information contenant des variables en ligne qui place en cache la valeur des variables d'appareil. Le comportement spécifié pour l'OPC UA est pour que le Serveur stocke seulement dans les variables en ligne les valeurs que le Serveur lit dans l'appareil.

Le Serveur FDI n'est pas permis, selon le comportement spécifié pour l'OPC UA, à écrire une valeur à la fois dans l'appareil et dans la variable en ligne.

6.4 Localisation

Le Modèle d'information défini pour la FDI (voir l'IEC 62769-5) est basé sur l'OPC UA. La spécification de l'OPC UA définit des attributs et propriétés descriptifs des éléments comme étant des chaînes de caractères localisées. Le Serveur FDI fournit des informations localisées pour les attributs et propriétés localisés spécifiés par l'OPC UA dans les nœuds `Device Type` (Type d'appareils) et `Device Instance` (Instance d'appareil).

Pour créer des chaînes localisées, le Serveur FDI utilise des informations fournies par le composant descriptif dans le Paquetage FDI pour un type d'appareil. Les Paquetages FDI prennent en charge la spécification de chaînes localisées pour des informations descriptives. Si le vendeur de l'appareil fournit ces informations, le Serveur FDI utilise la chaîne localisée appropriée comme valeur pour les propriétés et attributs du type d'appareil pour répondre au Client FDI.

Si l'élément descriptif dans le Paquetage FDI ne fournit pas d'informations localisées, soit aucune information du tout, soit aucune information pour le paramètre de lieu demandé, le Serveur FDI retournera la chaîne par défaut en anglais.

Plusieurs clients connectés en même temps peuvent finalement demander au Serveur FDI de retourner les attributs et propriétés localisés dans des langues différentes. Le Serveur FDI doit prendre en charge plusieurs langues en même temps lorsque les clients qui demandent des langues différentes se connectent à des nœuds `Device Type` ou `Device Instance` différents.

Lorsque les clients qui demandent des langues différentes se connectent simultanément aux mêmes nœuds `Device Type` ou `Device Instance`, la prise en charge de plusieurs langues est facultative. Si le Serveur FDI ne prend pas en charge plusieurs langues dans ce cas de figure, il doit mettre en œuvre une solution "le premier gagne". Autrement dit, il utilisera la langue demandée par le premier client qui s'est connecté au nœud `Device Type` ou `Device Instance` lorsqu'il retourne les attributs et propriétés localisés à tous les clients suivants.

6.5 Événements d'audit

Les Serveurs FDI doivent fournir la prise en charge pour la fonctionnalité de piste d'audit spécifique à un vendeur. La prise en charge d'audits dans le Serveur FDI est spécifiée dans l'IEC 62769-5.

7 Communication

7.1 Notation

L'Article 7 décrivant la communication contient des diagrammes qui montrent le Modèle d'information (voir l'IEC 62769-5). La notation utilisée dans ces figures utilise les normes définies par l'OPC UA. Ces normes sont récapitulées dans l'IEC 62769-5.

7.2 Généralités

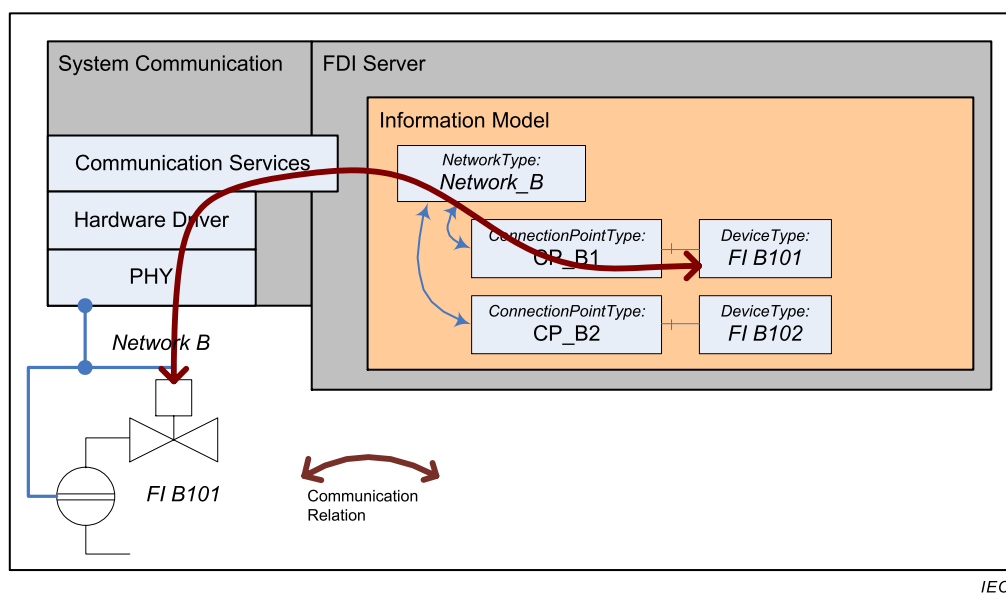
7.2.1 Concepts

Le Serveur FDI a la responsabilité de gérer les communications. Le Serveur FDI peut prendre en charge trois types de composants d'infrastructure de communications:

- Matériel de communication de système (voir Figure 1)
- Serveur de communication FDI
- Passerelles de communication (Communication imbriquée)

Le Serveur FDI peut prendre en charge un matériel de communication spécifique à un système (voir Figure 1). Le Serveur FDI interagit avec le pilote du matériel de communication du système par le truchement d'interfaces propriétaires pour traiter la communication du bus de terrain. La gestion de communication spécifique à un système ne relève pas du domaine d'application de la spécification FDI.

La Figure 18 montre un exemple d'architecture possible de l'intégration des communications d'un système.

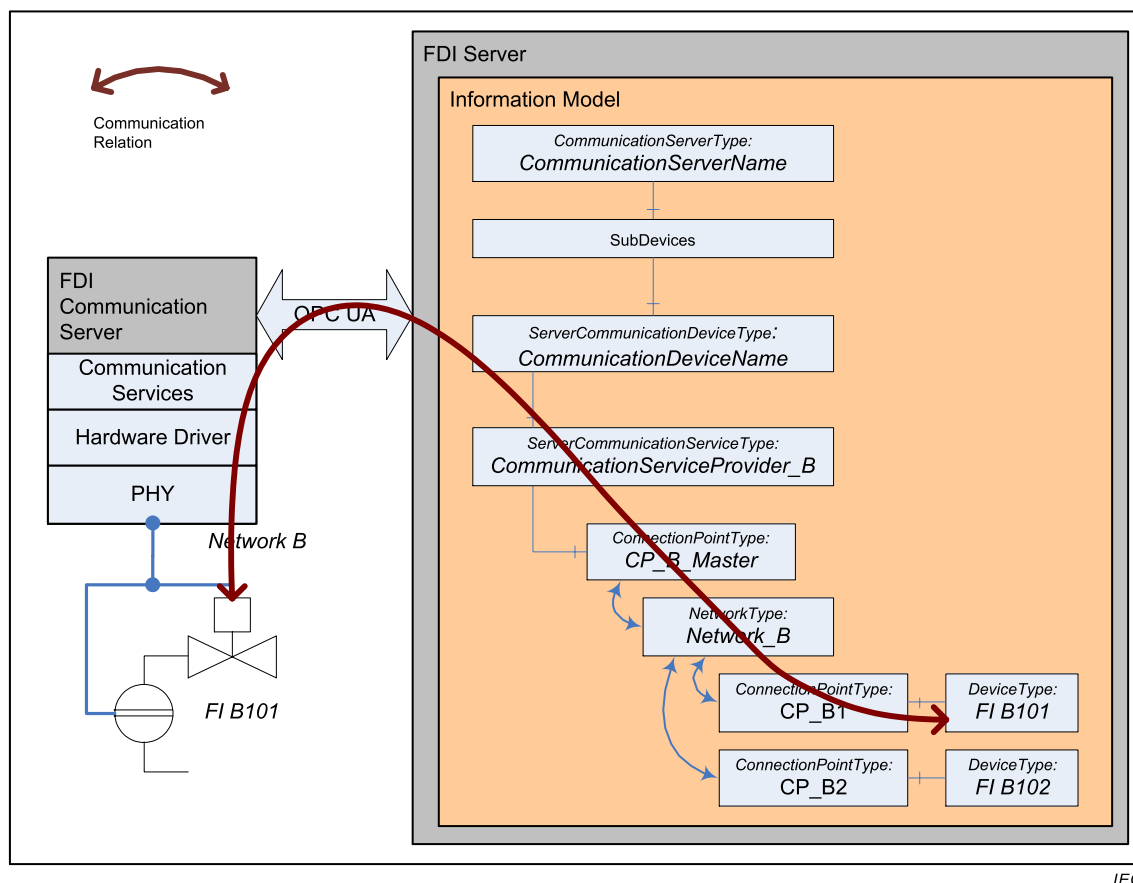


Anglais	Français
System Communication	Communication système
Communication Services	Services de communication
Hardware Driver	Pilote de matériel
PHY	PHY (couche physique)
Network B	Réseau B
Communication Relation	Relation de communication
FDI Server	Serveur FDI
Information Model	Modèle d'information

Figure 18 – Exemple d'intégration des communications d'un système

Le Serveur FDI peut mettre en œuvre un accès à des réseaux physiques par le biais de Serveurs de communication FDI (voir Figure 1) (IEC 62769-7). Le Serveur de communication FDI met en œuvre l'accès au réseau physique. L'interface entre le Serveur FDI et le Serveur de communication FDI est basée sur l'OPC UA. Le Serveur de communication FDI met en œuvre la fonction de Serveur OPC UA. Le Serveur FDI met en œuvre la fonction de Client OPC UA. Le Modèle d'information mis en œuvre par le Serveur de communication FDI permet l'accès aux services de communication.

Un exemple d'intégration de Serveur de communication FDI est montré à la Figure 19.



IEC

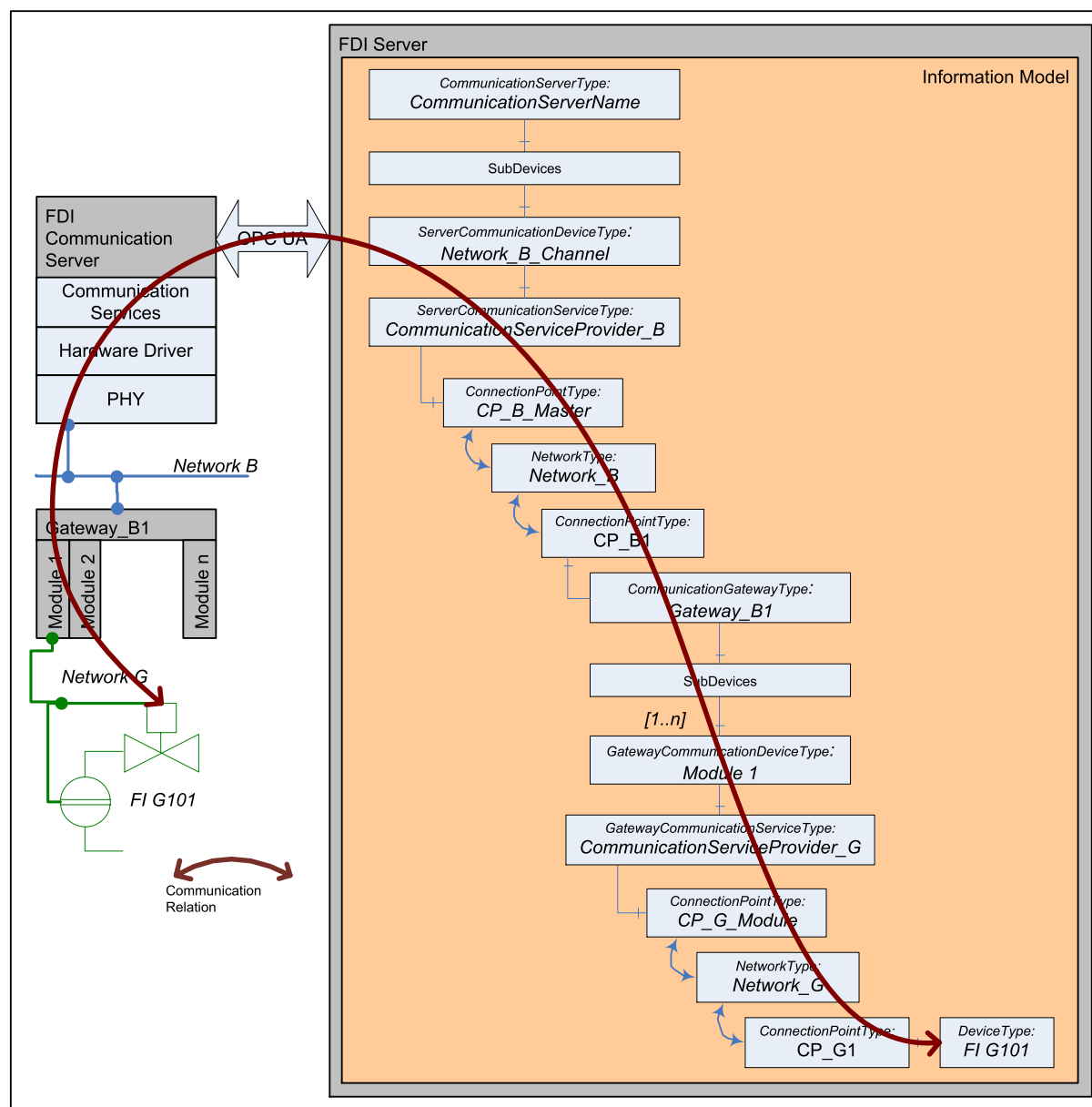
Anglais	Français
Communication Relation	Relation de communication
FDI Communication Server	Serveur de communication système
OPC UA	OPC UA
Communication Services	Services de communication
Hardware Driver	Pilote de matériel
PHY	PHY (couche physique)
Network B	Réseau B
FDI Server	Serveur FDI
Information Model	Modèle d'information

Figure 19 – Exemple d'intégration de Serveur de communication FDI

En termes de structure du Modèle d'information, le matériel de communication d'un système et le Serveur de communication FDI représentent des appareils de communication racines.

La FDI prend en charge la Communication imbriquée. Le terme "Communication imbriquée" signifie la capacité d'un système à traiter une communication à travers des limites de protocoles dans des réseaux hétérogènes. L'insertion d'appareils passerelles de communication supplémentaires dans la topologie (voir Figure 20) permet le traitement des réseaux hétérogènes. Ces appareils passerelles de communication mettent en œuvre la fonctionnalité de pontage entre différents réseaux ("firmware" passerelle). La fonctionnalité de pontage mise en œuvre par firmware (micrologiciel) passerelle est aussi mise en œuvre dans la Logique applicative livrée avec le Paquetage FDI décrivant la passerelle de communication. Le Serveur FDI interagit seulement avec cette Logique applicative de la passerelle de communication pour traiter la fonction de Communication imbriquée.

Un exemple d'intégration de passerelle de communication est montré à la Figure 20.



IEC

Anglais	Français
Communication Relation	Relation de communication
FDI Communication Server	Serveur de communication système
OPC UA	OPC UA
Communication Services	Services de communication

Anglais	Français
Hardware Driver	Pilote de matériel
PHY	PHY (couche physique)
Network G	Réseau G
Gateway	Passerelle
FDI Server	Serveur FDI
Information Model	Modèle d'information

Figure 20 – Exemple d'intégration de passerelle

7.2.2 Termes

Ci-après est présentée une liste de termes utilisés en 7.3:

- 1) Un Point de connexion est une instance d'un ConnectionPointType (voir l'IEC 62769-5).
- 2) Un Appareil (Device) est une instance d'un DeviceType.
- 3) Un Point de connexion associé à un Appareil est appelé Device Connection Point (Point de connexion d'appareil).
- 4) Un Point de connexion associé à un Appareil de communication (Communication Device) est appelé Communication Device Connection Point (Point de connexion d'appareil de communication).
- 5) Un Réseau (Network) est une instance de NetworkType (voir l'IEC 62769-5).
- 6) FDI Communication Server, c'est-à-dire Serveur de communication FDI (voir l'IEC 62769-7).

7.3 Traitement de service de communication

7.3.1 Invocation de service de communication

L'IEC 62769-7 spécifie que les Passerelles et aussi les Serveurs de communication FDI mettent en œuvre les services de communication. Ces services sont spécifiés dans l'IEC 62769-7.

Afin de permettre la flexibilité nécessaire pour représenter une diversité de différents scénarios impliquant la communication entre le Serveur de communication et les appareils physiques, l'IEC 62769-7 spécifie que certains services de communication sont fournis par le truchement d'un fournisseur de service de communication. Alors que le fournisseur de service de communication permet le traitement multitâche et renforce les capacités de communication d'un appareil de communication, il exige l'exécution parallèle dans le Serveur. Les détails relatifs aux fournisseurs de services de communication (ServerCommunicationServiceType et GatewayCommunicationServiceType) sont spécifiés dans l'IEC 62769-7. Les exigences relatives à l'exécution parallèle dans le service sont décrites à travers les règles énoncées à l'Article 8.

La différence entre une Passerelle et un Serveur de communication FDI est relative à la manière par laquelle ou le moment auquel ces services doivent être invoqués.

- a) Si l'appareil de communication est un Serveur de communication FDI, le Serveur FDI invoque un service de communication directement au niveau du Serveur de communication FDI en utilisant l'Appel de services Méthode de l'OPC UA spécifié dans l'IEC 62541-4. Cet appel finira en une communication réelle de bus de terrain.
- b) Si l'appareil de communication est une partie intégrante d'une passerelle, le Serveur FDI invoque le service de communication en termes d'invocation d'une Action mise en œuvre par la Logique applicative de la Passerelle spécifique. Le comportement (la réaction) de la Logique applicative de la Passerelle est décrit dans l'IEC 62769-7.

7.3.2 Analyse de chemin de communication

Le Modèle d'information défini dans l'IEC 62769-5 prend en charge une topologie hiérarchique. Conformément à la Figure 20, la topologie reflète la topologie du réseau physique. La fonction d'analyse de chemin de communication permet au Serveur FDI de déterminer comment les messages de communication ont besoin d'être propagés à partir de l'Appareil qui a déclenché une demande de communication au CommunicationDevice (Appareil de communication) mettant en œuvre l'accès réseau (appareil de communication racine) et quelles relations de communication ont besoin d'être activées auparavant. Le texte qui suit ne prend en considération que l'appareil de communication racine basé sur un Serveur de communication FDI.

Le Serveur FDI identifie le chemin de communication entre un Appareil et un Serveur de communication FDI conformément aux règles suivantes:

- a) L'itération de topologie démarre à partir du nœud représentant l'Appareil transmettant les éléments Device Connection Point (Point de connexion d'appareil), Network (Réseau), Communication Device Connection Point (Point de connexion d'appareil de communication) à l'Appareil de communication (CommunicationDevice) au sein de la même hiérarchie de réseau. De cette manière, le Serveur FDI détermine la relation de communication locale. Un CommunicationDevice qui est associé à l'Appareil met en œuvre le fournisseur de service de communication pour cet Appareil, ce qui signifie que le Serveur FDI doit propager la demande de service de communication entre l'Appareil et le Fournisseur de service de communication.
- b) Le Serveur FDI identifie une passerelle de communication le long de la structure de son Modèle d'information conformément à la Figure 20. L'indicateur clé est le CommunicationDevice organisé sous un Appareil utilisant la relation "has Component" ("possède un composant"). Cet appareil spécifique est appelé "Station de tête de passerelle" (Gateway Head Station), qui est connectée à un Réseau différent par le truchement d'un Point de connexion. A partir de là, l'itération continue de la façon décrite en a).
- c) La procédure d'itération de topologie finit avec la détection de l'appareil de communication racine. Le Serveur FDI identifie un Serveur de communication FDI (appareil de communication racine), car il n'a pas d'association avec d'autres réseaux que le réseau pour lequel le Serveur de communication FDI met en œuvre le fournisseur de service de communication.

NOTE La façon dont le Serveur FDI détermine l'Appareil de communication du système ne relève pas du domaine d'application de la présente norme.

7.3.3 Gestion des relations de communication

Avant tout transfert relatif à un échange de données, le Serveur FDI a besoin d'établir ou d'activer la relation de communication entre les représentations de l'Appareil dans le Modèle d'information et l'appareil connecté au réseau physique. La séquence d'invocation du service de communication Connect ("Connecter") sur l'un des CommunicationDevices le long du chemin de communication doit commencer par l'appareil de communication racine. Le service de communication Connect est spécifié dans l'IEC 62769-7.

Le Point de connexion d'appareil contient les informations d'adresse qui doivent être utilisées pour le service Connect. L'élément FunctionalGroupType:Identification du Modèle d'information contient les données d'identification de type d'appareil spécifique à un protocole qui sont exigées en option. Les noms des arguments du service Connect doivent concorder avec les noms d'exploration des éléments du Modèle d'information qui ont des valeurs connexes (concordance des noms d'exploration).

L'exécution réussie du service Connect active la relation de communication locale entre un Appareil et un CommunicationDevice associé au même réseau. L'exécution réussie du service Connect sur un réseau placé plus haut dans une hiérarchie est une condition préalable à une exécution réussie du service Connect sur un réseau placé plus bas dans la

hiérarchie. La raison de cela est la Logique applicative de passerelle qui peut invoquer d'autres services de communication exigeant une relation de communication activée.

Le Serveur FDI gère un `CommunicationRelationId` conformément à l'IEC 62769-7.

Une indication d'abandon de connexion ou l'invocation du service `Disconnect` ("Déconnecter") tel que décrit dans l'IEC 62769-7 désactive la relation de communication locale et toutes les relations de communication locales dans les réseaux placés plus bas dans la hiérarchie.

7.3.4 Mapping des demandes de services de communication

Le Serveur FDI reçoit des demandes de services de communication issues des Appareils ou des Passerelles par l'intermédiaire:

- a) de la lecture de variables en ligne
- b) de l'écriture de variables en ligne
- c) de la Logique applicative invoquant une fonction intégrée EDDL relative à la communication, par exemple, `send`, `send_all_values`, `send_command`, `send_command_trans`, `send_trans`, `send_value`, `WRITE_COMMAND`, `READ_COMMAND`, et ainsi de suite.

Comme l'Appareil, tous ces événements sources relatifs à des demandes de services de communication s'appliquent au PROFIL EDDL (voir l'IEC 61804-3). Le Serveur FDI doit traiter les demandes de services de communication conformément aux PROFILS définis par l'EDDL.

Etant donné que les descriptions EDD expédiées avec les Paquetages FDI peuvent décrire des relations entre des éléments `VARIABLE` et des éléments `COMMAND`, l'accès en lecture (`Read`) ou en écriture (`Write`) de Variables peut être mappé à une description de `COMMAND` à cause d'une description de `COMMAND` particulière qui se réfère à une `VARIABLE` particulière. Ces descriptions de `COMMAND` contiennent des arguments de service de communication et des instructions relatives à la manière de créer les données utiles d'un service de communication.

Si aucune description de `COMMAND` n'est présente, l'identificateur de la `VARIABLE` (`Name`, c'est-à-dire nom) et la valeur de la `VARIABLE` sont les seuls arguments du service de communication `Transfer` ("Transférer").

Une fois que le Serveur FDI a déterminé les arguments du service de communication à partir de l'EDD, il peut les mapper aux arguments du service de communication `Transfer` (voir l'IEC 62769-7) sur la base de la concordance des noms. Les arguments de `Transfer` doivent avoir les mêmes noms, types de données et sémantiques que ceux décrits pour une définition de `COMMAND` spécifique à un protocole.

Exemple:

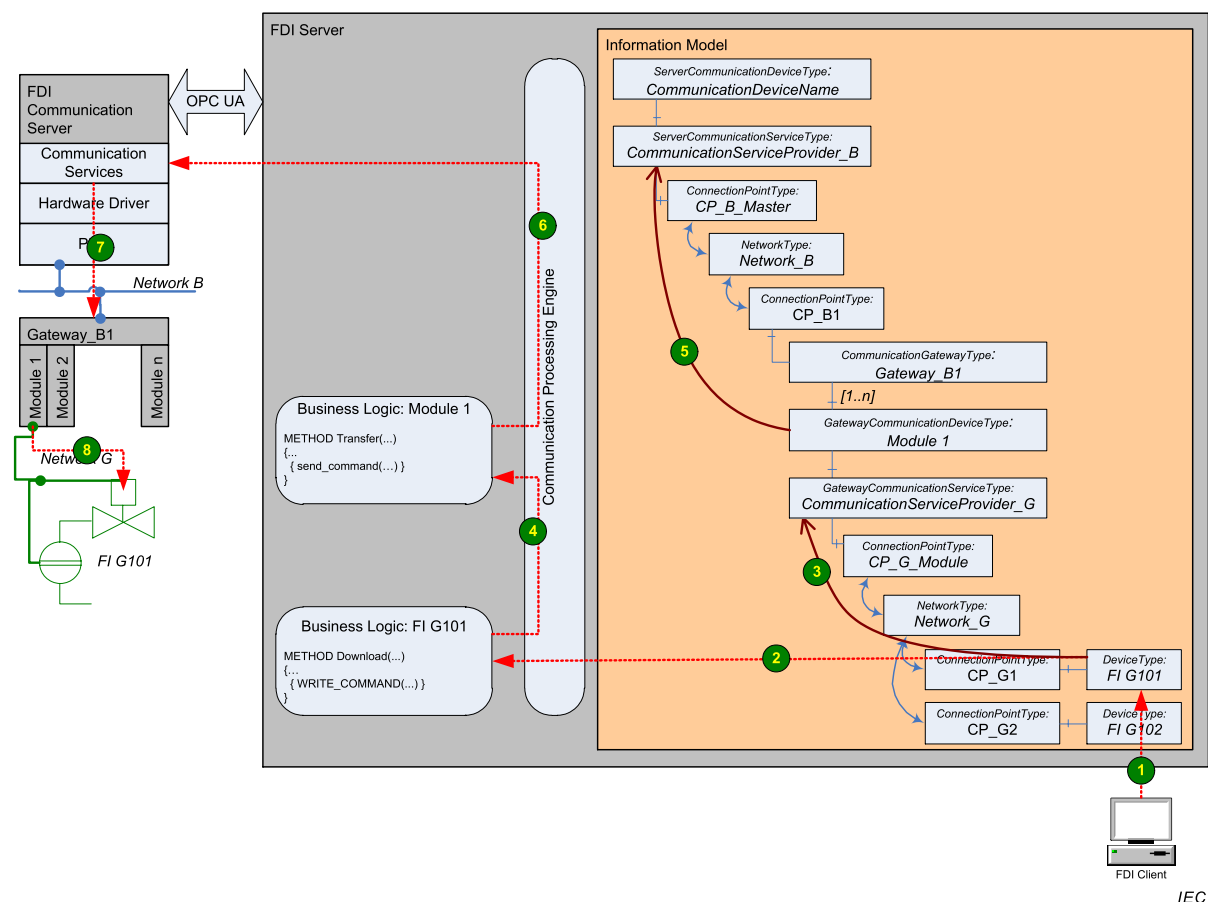
La description de `COMMAND` contient les attributs `SLOT`, `INDEX`, `REQUEST`, `REPLY`. La signature spécifique à un protocole du service `Transfer` doit prévoir:

```
Transfer (
    [in] String      communicationRelationId,
    [out] Integer    serviceError,
    [in] unsigned char SLOT,
    [in] unsigned char INDEX,
    [in] char[]      REQUEST,
    [out] char[]     REPLY)
```

NOTE Les arguments `communicationRelationId` et `serviceError` sont décrits dans l'IEC 62769-7.

7.3.5 Propagation des demandes de services de communication

Le paragraphe 7.3.5 décrit comment le Serveur FDI gère la propagation des messages de communication sur le chemin de communication. La Figure 21 ci-après représente un exemple de scénario qui est dérivé de la Figure 20.



Anglais	Français
FDI Communication Server	Serveur de communication système
OPC UA	OPC UA
Communication Services	Services de communication
Hardware Driver	Pilote de matériel
PHY	PHY (couche physique)
Network B	Réseau B
Network G	Réseau G
FDI Server	Serveur FDI
Information Model	Modèle d'information
FDI Client	Client FDI
Business Logic	Logique applicative
Communication Processing Engine	Moteur de traitement de communication

Figure 21 – Exemple de scénario de propagation de message

NOTE 1 Les nombres entre parenthèses (1) à (8) utilisés dans la description ci-après renvoient à des éléments représentés à la Figure 21.

Le Serveur FDI détecte une demande de communication, car un Client FDI (1) invoque une Action (2). Le traitement de cette Action (METHOD Download) invoque un sous-programme

Builtin EDDL relatif à une demande de communication comme WRITE_COMMAND qui a été mappée à des arguments du service Transfer conformément à la description en 7.3.4.

Le Serveur FDI traite les itérations relatives à la propagation de message, vers le haut à travers la hiérarchie de la topologie.

Le Serveur FDI doit toujours déterminer le prochain Fournisseur de service de communication sur le chemin de communication (3) et (5) (voir 7.3.2) et y invoquer le service Transfer.

Si le Fournisseur de service de communication qui traite le service Transfer se trouve dans un Serveur de communication FDI, le service Transfer a besoin d'être invoqué en utilisant le service Call de l'OPC UA (6).

NOTE 2 Le Fournisseur de service de communication dans le Serveur de communication FDI envoie le message spécifique à un protocole au réseau physique (7).

Si le Fournisseur de service de communication qui traite le service Transfer se trouve dans une Passerelle, le traitement de cette Logique applicative connexe entraînera d'autres invocations de Builtin EDDL relatives à la demande de communication, par exemple, send_command (4). La procédure d'itération entre dans la prochaine récursion déterminant le prochain Fournisseur de service de communication sur le chemin de la communication (5) (voir 7.3.2) et y invoque le service Transfer.

NOTE 3 La mise en œuvre par une passerelle du service Transfer est spécifique à un appareil. La logique de Transfer enveloppe les valeurs des arguments de Transfer entrants et crée un autre message qui doit être envoyé en appelant un sous-programme Builtin EDDL relatif à une demande de communication (voir l'IEC 61804-5).

La logique de Transfer peut invoquer plusieurs demandes de communication, car cela peut s'avérer nécessaire pour gérer la fonction de pontage de protocoles. L'appareil passerelle physique déballe et transmet le message (4) vers l'appareil physique (8).

Le processus de propagation de communication géré par le Serveur FDI est un processus récursif dans lequel l'exécution de la Logique applicative d'un Appareil peut invoquer l'exécution de la Logique applicative d'un Appareil différent. Le Serveur FDI a besoin de maintenir une pile d'invocations.

7.3.6 Traitement des Erreurs de communication

Le Serveur FDI a la responsabilité de traiter les erreurs de communication. Le Serveur FDI détecte des erreurs soit dans les résultats d'invocation de service retournés par le Fournisseur de service de communication tels que spécifiés dans l'IEC 62769-7, soit par l'intermédiaire des Builtins EDDL pour abandonner le traitement.

Le Serveur FDI abandonne toutes les Actions de communication attendant une réponse si une erreur ou un abandon de communication est reçu(e).

Le Serveur FDI retournera un échec au service initiateur si une erreur ou un abandon de communication est reçu(e).

7.4 Traitement spécifique à un Serveur de communication FDI

7.4.1 Discovery ("Découverte")

L'IEC 62769-7 décrit la prise en charge de la découverte mise en œuvre par un Serveur de communication FDI en termes:

- a) des définitions de VARIABLE décrivant des données d'identification de Serveur de communication FDI qui sont représentées dans le Modèle d'information hébergé du Serveur FDI,

- b) de l'utilisation mise en œuvre par le Serveur de communication FDI des services de découverte spécifiés par l'IEC 62541-4.

Le Serveur FDI utilise les services FindServers ("Trouver des serveurs") et GetEndpoint ("Obtenir des points d'extrémité") du jeu de services découverte spécifiés par l'IEC 62541-4 pour déterminer le Serveur de communication FDI. Le Serveur FDI doit faire correspondre les données d'identification définies du Serveur de communication FDI avec les valeurs retournées par les fonctions FindServers et GetEndpoints.

Le Serveur FDI met en œuvre le Serveur Discovery spécifié par l'IEC 62541-4.

7.4.2 Synchronisation de Modèles d'information

Conformément à l'IEC 62769-7, le Paquetage de communication FDI contient un élément EDD décrivant les VARIABLES et la Logique applicative mappées au Modèle d'information. L'IEC 62769-7 décrit aussi le chevauchement entre le Modèle d'information hébergé du Serveur de communication FDI et le Modèle d'information hébergé du Serveur FDI. Ce chevauchement représente le Modèle d'information partagé.

Le Serveur FDI synchronise le Modèle d'information partagé:

- a) Tout accès à un nœud hors ligne du Modèle d'information est traité localement par le biais du Modèle d'information.
- b) Le Serveur FDI traite un accès en écriture à un nœud en ligne du Modèle d'information en effectuant le même accès en écriture dans le Modèle d'information hébergé du Serveur de communication FDI.
- c) Toute écriture d'un nœud en ligne du Modèle d'information conduit à une opération d'écriture sur le nœud correspondant du modèle d'information hébergé du Serveur de communication FDI.
- d) Toute modification de configuration affectant la structure modulaire représentée dans le Modèle d'information est copiée du Modèle d'information hébergé du Serveur FD au Modèle d'information hébergé du Serveur de communication FDI.

8 Exécution parallèle au sein du Serveur FDI

8.1 Motivation

Dans le cadre du concept EDDL, chaque appareil est décrit par un jeu de paramètres et une EDD qui décrit et traite les relations entre les paramètres et leurs attributs. Chaque combinaison de l'EDD et du jeu respectif de paramètres construit une entité décrivant une instance d'appareil (appelée Entité EDD ci-après). L'EDDL permet seulement un fonctionnement synchrone avec une telle entité sans aucune exécution parallèle. Par conséquent, lorsque l'Entité EDD exécute une action (par exemple: lecture d'une valeur de variable, exécution d'une méthode, etc.), toute autre demande d'action doit être ajournée jusqu'à ce que l'exécution de l'action ait fini.

Tant qu'il n'y a pas de relation entre des Entités EDD, l'action pour les Entités EDD peut être exécutée de façon indépendante et les demandes d'action ultérieures peuvent être mises en file d'attente sans le moindre risque de forcer une impasse.

Dès que des relations entre Entités EDD doivent être traitées, le Serveur FDI doit commander l'exécution au sein des Entités EDD d'une manière interdisant les scénarios d'impasse ou une exécution parallèle au sein d'une Entité EDD.

La communication imbriquée est un concept basé sur l'interaction entre Entités EDD. Pour traiter plusieurs communications à la fois, le Serveur FDI doit traiter en parallèle des actions dans le système FDI. Pour prévenir les scénarios d'impasse, le Serveur FDI doit suivre des règles d'exécution bien définies.

8.2 Structure interne de l'interpréteur EDD

Un composant principal d'un Serveur FDI est l'interpréteur EDD (voir l'Article A.1). L'interpréteur EDD peut être considéré comme étant un composant qui est constitué d'entités EDD. Chaque entité EDD elle-même est constituée des parties suivantes:

- Une EDD associée pour un appareil ou un composant d'un appareil modulaire.
- Un jeu de données représentant l'état de l'entité EDD et contenant des données que l'interpréteur exige pour exécuter l'EDD associée au jeu de données. Ces données peuvent par exemple contenir le jeu de données hors ligne pour l'appareil associé et les données placées en cache de l'appareil connecté. Elles contiennent également des informations complémentaires dont l'interpréteur a besoin pour les calculs spécifiques à l'EDD.
- La logique d'interpréteur qui est déclenchée de l'extérieur et qui, si elle est déclenchée, interprète l'EDD, en exécutant des actions ultérieures, modifie l'état et livre les résultats des calculs.

8.3 Règles pour exécuter une entité EDD

Comme mentionné en 8.2, une activité au niveau des Entités EDD est toujours lancée par un déclencheur. Il existe deux sortes de déclencheurs:

- a) Un déclencheur provenant de l'Entité EDD elle-même que la logique d'interpréteur exige pour une exécution correcte de l'EDD. Les mises à jour périodiques de variables dynamiques constituent un exemple de ces déclencheurs.
- b) Un déclencheur qui est une conséquence d'une demande de service issue de l'extérieur du Serveur FDI.

Par exemple:

- 1) demandes de service issues d'un Client FDI
- 2) demandes de service issues d'un Client OPC UA

L'exécution d'une activité au niveau d'une Entité EDD doit suivre les règles données ci-dessous:

- a) Une activité au niveau d'une Entité EDD est toujours une conséquence d'un déclencheur.
- b) Une activité au niveau d'une Entité EDD ne peut pas être interrompue.
- c) Une activité s'exécute jusqu'à ce qu'elle soit finie ou abandonnée.
- d) Une Entité EDD ne peut exécuter qu'une seule activité à la fois.
- e) Une activité exécutée par une Entité EDD accomplit toujours un processus ininterrompible du point de vue de la logique EDDL. De tels processus sont, par exemple:
 - 1) le calcul d'objets EDD,
 - 2) la lecture d'une variable dans un appareil,
 - 3) l'écriture d'une variable dans un appareil,
 - 4) la modification d'une variable,
 - 5) toute activité qui englobe des pré-actions et des post-actions,
 - 6) l'exécution d'une méthode EDD.
- f) Une entité EDD active peut lancer des sous-activités. Pendant qu'une sous-activité est en cours, l'activité courante au niveau d'une Entité EDD est mise en pause. Il y a deux sortes de sous-activités:
 - 1) l'Entité EDD active appelle une autre Entité EDD (par exemple: communication imbriquée ou appels utilisant des références à travers les blocs et à travers les modules),
 - 2) l'Entité EDD active demande un autre service externe (par exemple: communication, demande d'interaction utilisateur).

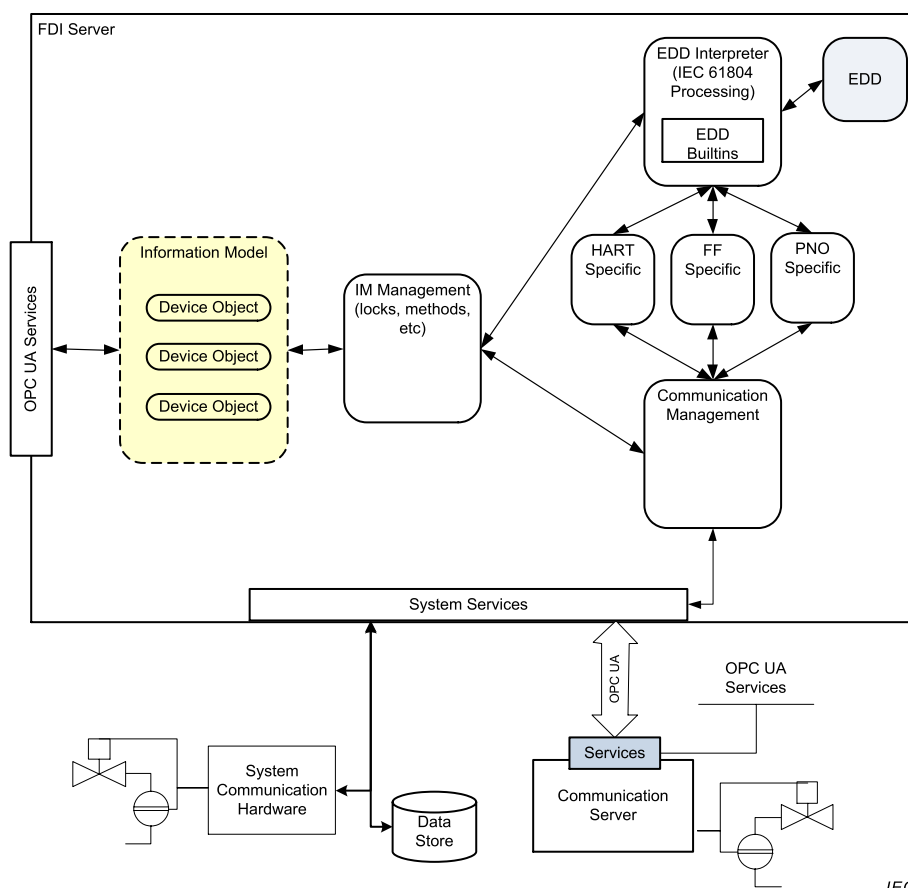
- g) Pendant qu'une activité est en pause, la réentrée pour des activités est possible pour les activités qui sont une conséquence de l'activité mise en pause. Les activités lancées par d'autres déclencheurs doivent être bloquées jusqu'à ce que l'activité en pause au niveau de l'entité soit finie.
- h) Lorsqu'une chaîne d'activités d'un déclencheur est bloquée, il existe une relation de blocage à un autre déclencheur et à sa chaîne d'activités. Si cette chaîne d'activités est bloquée aussi, il a de nouveau une relation de blocage à un autre déclencheur. Ces séries de relations de blocage doivent être surveillées pour déceler une récursion chaque fois qu'une chaîne d'activités doit être bloquée. La récursion dans la série de dépendances de blocage indique un scénario d'impasse.
- i) Le serveur peut résoudre des scénarios d'impasse en abandonnant l'une des chaînes d'activités impliquées.

Annexe A (informative)

Structure fonctionnelle d'un Serveur FDI

A.1 Eléments fonctionnels FDI

La définition normative d'un Serveur FDI est telle que montrée à la Figure 1. Une vue non normative d'un Serveur FDI montre les composants fonctionnels qui constituent le Serveur FDI et est montrée à la Figure A.1.



IEC

Anglais	Français
FDI Server	Serveur FDI
OPC UA Services	Services OPC UA
System Communication Hardware	Matériel de communication système
Information Model	Modèle d'information
Device Object	Objet "Device" (Appareil)
IM Management (locks,methods,etc)	Gestion de modèle d'information (verrous, méthodes, etc.)
System Services	Services système
Data Store	Magasin de données
OPC UA	OPC UA
Services	Services
Communication Server	Serveur de communication
EDD Interpreter (IEC 61804 Processing)	Interpréteur EDD (traitement IEC 61804)

Anglais	Français
EDD Builtins	Builtins d'EDD
EDD	EDD
HART Specific	Spécifique à HART
FF Specific	Spécifique à FF
PNO Specific	Spécifique à PNO
Communication Management	Gestion de communication

Figure A.1 – Composants fonctionnels d'un Serveur FDI

La fonctionnalité de Serveur FDI contient un interpréteur EDD qui se conforme à l'IEC 61804-3. L'interpréteur EDD fournit des informations descriptives qui sont exposées dans le Modèle d'information, par exemple, les variables d'appareil et les menus normalisés. L'interpréteur EDD fournit également la fonctionnalité d'exécution de méthode pour l'IEC 61804-3.

Bien que l'IEC 61804-3 définisse un langage EDD normalisé, il existe entre les EDD des différences spécifiques à un protocole. Le Serveur FDI met en œuvre des composants spécifiques à un protocole. Les composants spécifiques à un protocole sont utilisés tant comme faisant partie de l'interprétation EDD que pour formater la communication.

Le Serveur FDI contient la fonctionnalité de gestion de nœuds qui fournit la prise en charge pour le Modèle d'information. Le composant Gestion de l'information maintient le Modèle d'information, traite les demandes multiutilisateurs, y compris la gestion des verrous, et exécute des méthodes. La fonctionnalité fournie par le composant de gestion de Modèle d'information n'est pas limitée à la fonctionnalité FDI. Le composant de gestion des IM peut aussi fournir une fonctionnalité générale de l'OPC UA qui n'est liée à la FDI.

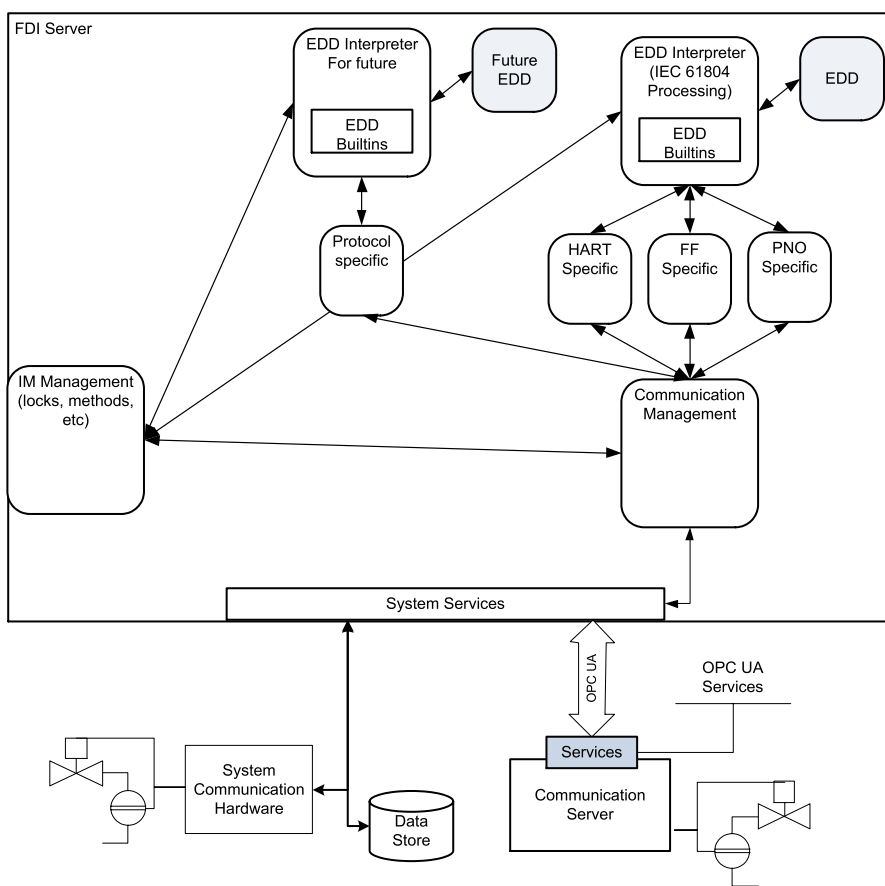
Les demandes de services qui conduisent à des opérations de lecture et d'écriture physiques sont transmises à un gestionnaire de communication. Le gestionnaire de communication fournit la fonctionnalité nécessaire à la communication comprenant la gestion de l'état des demandes de communication. Le gestionnaire de communication contient les informations pour interagir avec les appareils de communication système.

Le gestionnaire de communication interagit avec les composants spécifiques à un protocole pour créer les messages réels qui sont émis sur le bus de terrain. Les composants spécifiques à un protocole interagissent avec l'interpréteur EDD pour récupérer des informations issues de l'EDD pour créer les messages spécifiques à un protocole. Les messages peuvent être des commandes comme dans le protocole HART ou les messages peuvent être des demandes de services comme dans la FF. Le message réel est créé par le composant spécifique à un protocole.

Le gestionnaire de communication a la responsabilité de gérer la Communication imbriquée. Le gestionnaire de communication lance la chaîne de communication par le biais de la création de messages spécifiques à un protocole. Le gestionnaire de communication transmet ensuite le message par la chaîne d'appareils de communication dans la topologie jusqu'à ce que l'appareil de niveau supérieur soit atteint. Le gestionnaire de communication interagit alors avec les pilotes de communication pour l'appareil de niveau supérieur. L'interaction peut être propriétaire si la communication s'effectue à travers un appareil du système. La communication peut aussi être normalisée par le biais de l'OPC UA par rapport à un Serveur de communication FDI.

A.2 Extension de Serveur FDI

Un Serveur FDI peut être étendu pour prendre en charge de futures technologies descriptives et protocolaires par le biais de l'ajout de nouveaux interpréteurs et gestionnaires de protocole (voir Figure A.2).



IEC

Anglais	Français
FDI Server	Serveur FDI
IM Management (locks, methods, etc)	Gestion de modèle d'information (verrous, méthodes, etc.)
System Services	Services système
System Communication Hardware	Matériel de communication système
Data Store	Magasin de données
OPC UA	OPC UA
OPC UA Services	Services OPC UA
Services	Services
Communication Server	Serveur de communication
EDD Interpreter for future	Interpréteur d'EDD pour le futur
EDD Builtins	Builtins d'EDD
Protocol specific	Spécifique à un protocole
Future EDD	EDD future
EDD Interpreter (IEC 61804 Processing)	Interpréteur d'EDD (traitement IEC 61804)
EDD	EDD
HART Specific	Spécifique à HART
FF Specific	Spécifique à FF
PNO Specific	Spécifique à PNO
Communication Management	Gestion de communication

Figure A.2 – Extensions de Serveur FDI

Ces extensions, comme la prise en charge pour FF, HART, et PNO, sont spécifiques à la mise en œuvre fournie par le vendeur du Serveur FDI.

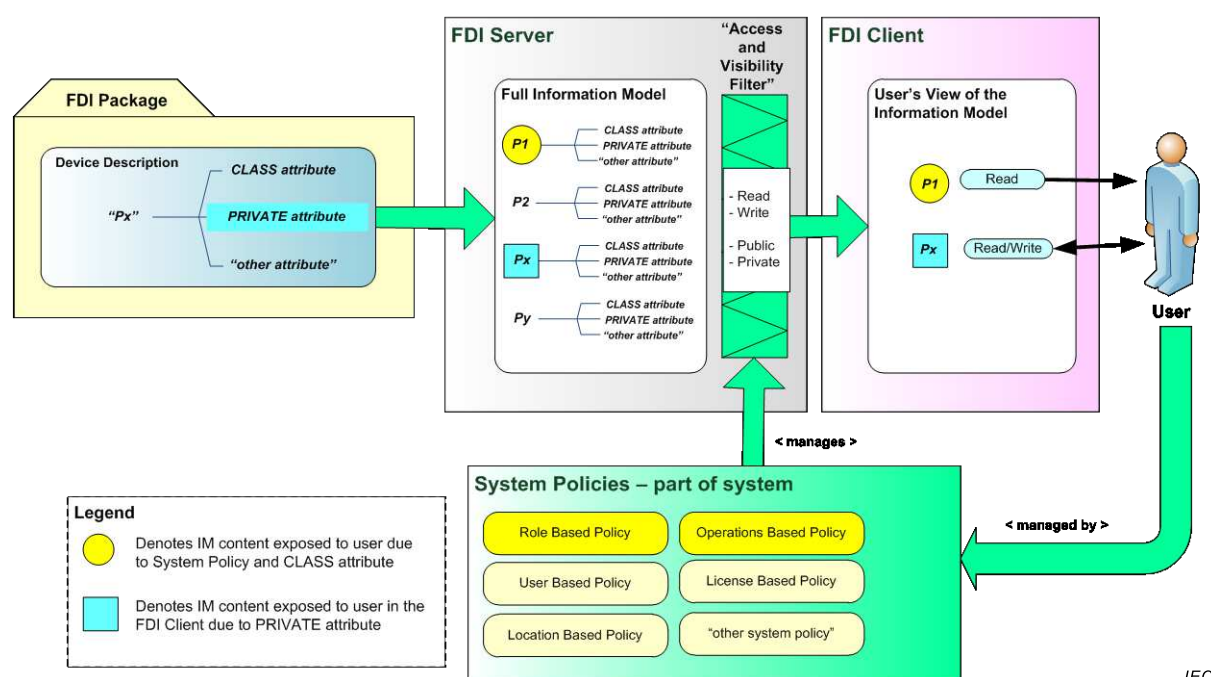
Annexe B (informative)

Privilèges d'accès et rôles d'utilisateur

B.1 Rôles d'utilisateur et cas d'utilisation

La spécification pour la Définition d'appareil d'un Paquetage FDI contient un attribut CLASS dans certains éléments. L'attribut CLASS est fourni par le vendeur de l'appareil dans le Paquetage FDI et définit l'utilisation prévue de l'élément Modèle d'information. Le Serveur FDI rend les catégories d'utilisation disponibles au système afin que la visibilité et l'accès utilisateur aux éléments de Modèle d'information puissent être commandés par le système, éventuellement par la mise en application de politiques du système. Le Serveur FDI réagit aux politiques définies par le système pour mettre indépendamment en application l'accès en lecture/écriture et la visibilité publique/privée des éléments de Modèle d'information rendus disponibles pour les utilisateurs.

La Figure B.1 montre la relation entre le Paquetage FDI, le Serveur FDI, le Client FDI, le système et l'utilisateur.



IEC

Anglais	Français
FDI Package	Paquetage FDI
Device Description	Description d'appareil
Class attribute	Attribut de classe(CLASS)
PRIVATE attribute	Attribut privé (PRIVATE)
"other attribute"	"autre attribut"
Legend	Légende
Denotes IM content exposed to user due to System Policy and CLASS attribute	Désigne le contenu du Modèle d'information (IM) exposé à l'utilisateur en raison de la politique système et de l'attribut de classe (CLASS)
Denotes IM content exposed to user in the FDI Client due to PRIVATE attribute	Désigne le contenu du Modèle d'information (IM) exposé à l'utilisateur dans le Client FDI en raison de l'attribut privé (PRIVATE)

Anglais	Français
FDI Server	Serveur FDI
Full Information Model	Modèle d'information complet
System Policies- part of system	Politiques système – partie de système
Role Based Policy	Politique basée sur les rôles
User Based Policy	Politique basée sur les utilisateurs
Location Based Policy	Politique basée sur les emplacements
Operations Based Policy	Politique basée sur les opérations
License Based Policy	Politique basée sur les licences
"other system policy"	"autre politique système"
"Access and VisibilityFilter"	"Filtre d'accès et de visibilité"
- Read	- Lecture
- Write	- Ecriture
- Public	- Public
- Private	- Privé
"manages"	"gère"
FDI Client	Client FDI
User's View of the Information Model	Vue du Modèle d'information pour l'utilisateur
Read	Lecture
Read/Write	Lecture/Ecriture
"managed by"	"est géré par"
User	Utilisateur

Figure B.1 – Rôles d'utilisateur et privilèges d'accès

Les relations suivantes sont notées:

Le Paquetage d'appareil FDI identifie les attributs associés avec chaque élément dans la description d'appareils. Ces attributs deviennent une partie intégrante du Modèle d'information qui est géré par le Serveur FDI.

L'attribut CLASS est rendu disponible au système par le biais du Modèle d'information. Il sert à identifier les cas d'utilisation, ou scénarios d'utilisation, qui sont applicables à l'élément de Modèle d'information. L'Hôte FDI peut utiliser l'attribut CLASS – en particulier la valeur SPECIALIST – pour déterminer si, oui ou non, le Client FDI a accès à l'élément de Modèle d'information et quel niveau d'accès est permis. Le mécanisme pour effectuer cette détermination est une partie intégrante du modèle de politique système qui est interne au système et hors du domaine d'application de la FDI.

Le système doit acheminer le niveau d'accès pour chaque élément de Modèle d'information au Serveur FDI afin qu'il puisse mettre en application le modèle d'accès de l'élément de Modèle d'information pour l'utilisateur. Le Serveur FDI est seulement celui qui met en application les règles d'accès, il ne décide ni du "qui" ni du "pourquoi". Le système prend toutes les décisions relatives au "qui" et au "pourquoi", en utilisant à la fois l'attribut CLASS fourni dans le Paquetage FDI et les politiques de système gérées par le système. Certaines politiques potentielles de système peuvent comprendre, sans s'y limiter, les suivantes:

- Politique basée sur des rôles
- Politique basée sur l'utilisateur
- Politique basée sur l'emplacement
- Politique basée sur les opérations

- Politique basée sur une licence
- Autres politiques

B.2 Utilisation de données privées

L'un des attributs exigés par la spécification FDI sert à identifier si, oui ou non, l'élément de Modèle d'information, y compris les données et les Actions, est privé pour les éléments dans le Paquetage d'appareil FDI. Cet attribut, appelé attribut PRIVATE à la Figure B.1, détermine si, oui ou non, un élément dans le Modèle d'information est visible pour les Clients FDI au cours des opérations d'exploration effectuées sur le Modèle d'information. Les éléments de Paquetage FDI ont une connaissance préalable des données et Actions privées dans le Modèle d'information et sont capables d'accéder à ces éléments privés selon les règles d'accès définies par l'attribut CLASS et la politique système.

L'accès et la visibilité sont des attributs indépendants. Par exemple, une Action privée peut être limitée à l'accès utilisateur au cours de scénarios d'utilisation en ligne.

La politique système ne doit pas pouvoir annuler l'attribut PRIVATE dans le Modèle d'information. Par exemple, la politique système ne peut pas rendre privées des données publiques ou publiques des données privées. L'attribut PRIVATE est géré en interne par les vendeurs d'appareils.

Annexe C (informative)

Exécution parallèle au sein du Serveur FDI – Exemples

C.1 Exemple simple pour une exécution synchrone

Les exemples génériques dans l'Article C.1 sont destinés à visualiser, pour une meilleure clarté, les règles données en 8.3.

La Figure C.1 montre schématiquement l'exemple le plus simple d'exécution asynchrone de deux activités déclenchées. Ces activités peuvent être exécutées de façon indépendante, car des entités EDD différentes sont impliquées.

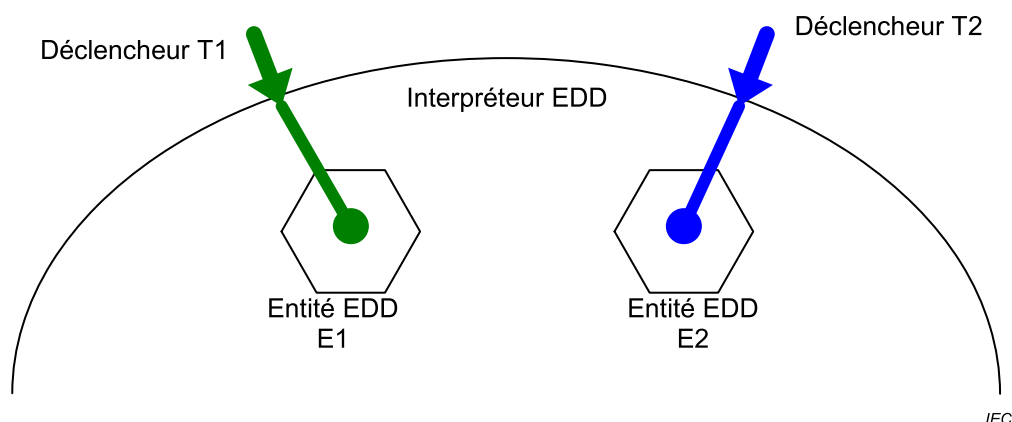


Figure C.1 – Exécution synchrone de deux déclencheurs

C.2 Exemple pour une exécution simultanée

La Figure C.2 montre un cas d'utilisation où deux déclencheurs synchrones tentent d'accéder à une seule et même activité. Alors que l'activité du déclencheur T1 est exécutée, le déclencheur T2 est bloqué.

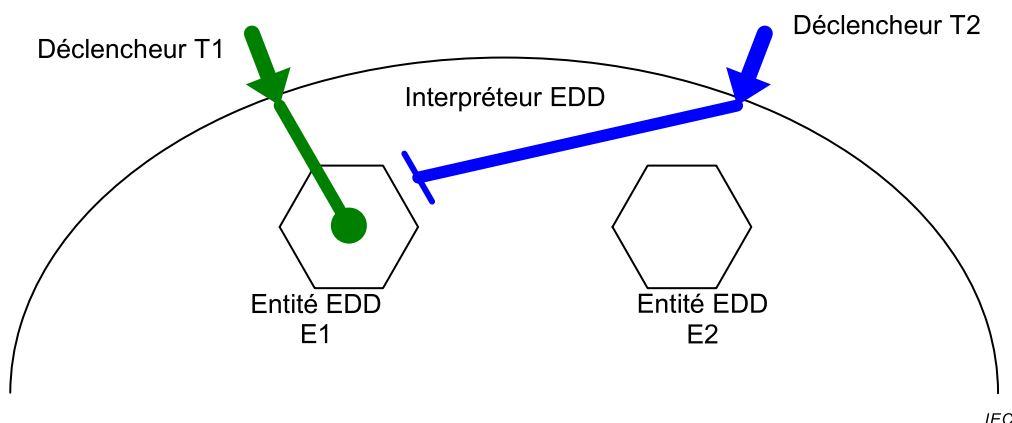


Figure C.2 – Exécution simultanée de deux déclencheurs (étape 1)

A la Figure C.3, l'activité de T1 est mise en pause dans l'Entité EDD E1 pour exécuter une sous-activité en E2. L'activité de T2 est bloquée jusqu'à ce que l'activité de T1 soit finie.

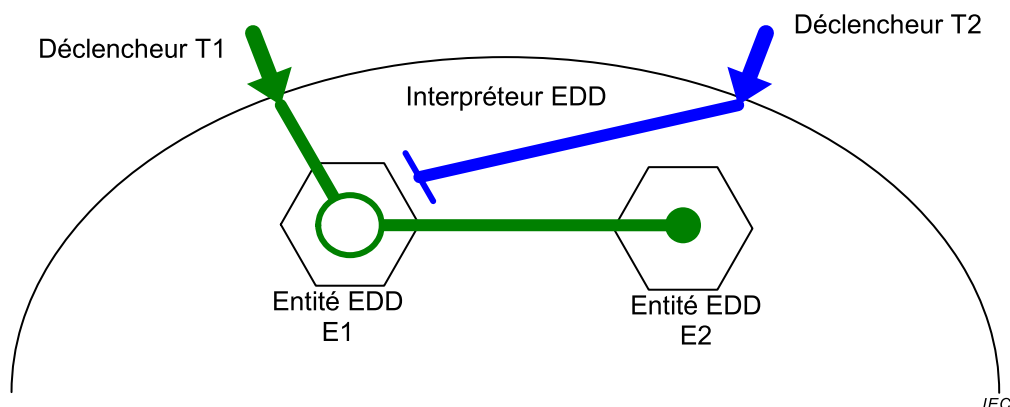


Figure C.3 – Exécution simultanée de deux déclencheurs (étape 2)

A la Figure C.4, la sous-activité en E2 relance une autre sous-activité en retour en E1. Ce rappel est permis, car il s'agit d'une conséquence directe au sein de la chaîne d'activités lancée par le déclencheur T1 alors que les activités du déclencheur T2 continuent à être bloquées.

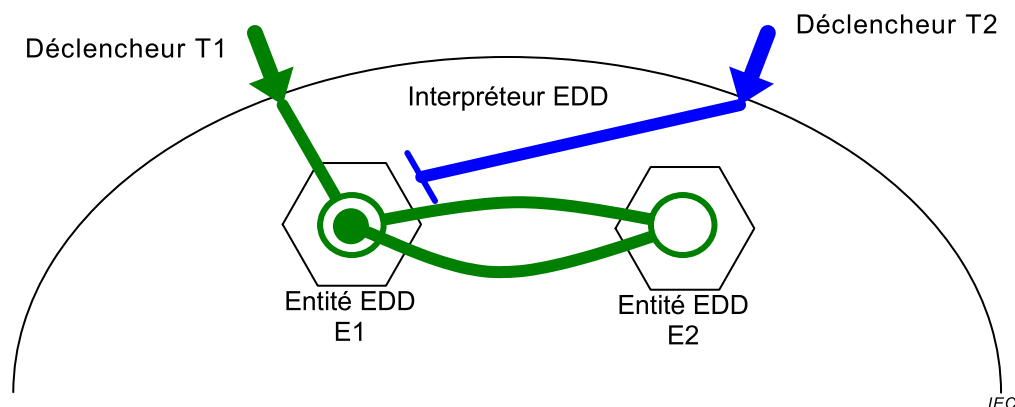


Figure C.4 – Exécution simultanée de deux déclencheurs (étape 3)

La Figure C.5 montre que l'activité du déclencheur T1 est finie dans l'Entité EDD E1. Maintenant, l'activité du déclencheur T2 peut démarrer.

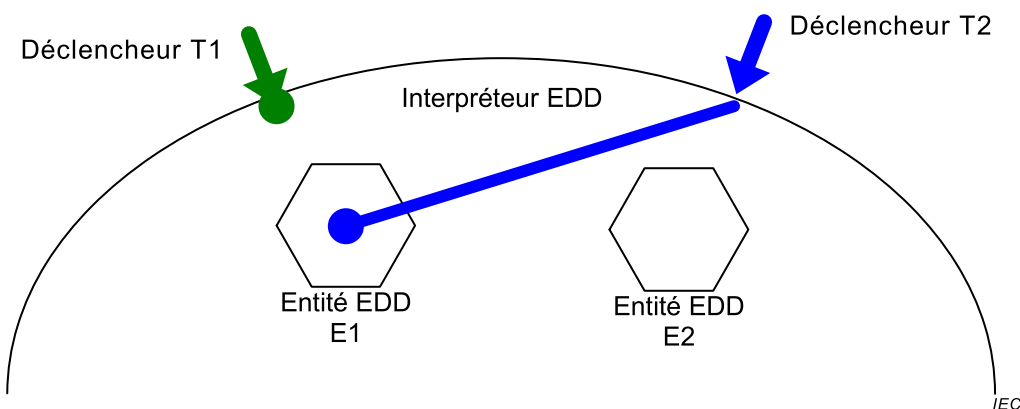


Figure C.5 – Exécution simultanée de deux déclencheurs (étape 4)

C.3 Détection d'impasse en exécution simultanée

Une situation d'impasse est montrée à la Figure C.6. L'activité du déclencheur T1 souhaite accéder à l'Entité EDD E2 comme une sous-activité d'une activité dans l'Entité EDD E1 alors que le déclencheur T2 souhaite accéder à E1 comme sous-activité d'une activité E2 dans le même temps. Les deux chaînes d'activités se bloquent l'une l'autre.

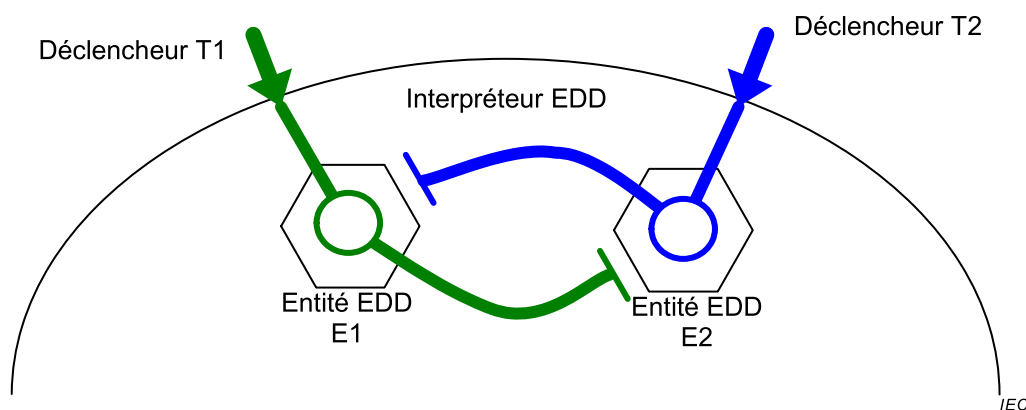


Figure C.6 – Exécution simultanée de deux déclencheurs

En fait, la chaîne d'activités du déclencheur T1 est bloquée par la chaîne d'activités du déclencheur T2 et vice versa. L'exemple ci-dessus est l'un des plus simples scénarios d'impasse. Il se produira probablement des scénarios d'impasse beaucoup plus complexes qui impliquent habituellement un peu plus de chaînes d'activités.

Quelle que soit la complexité d'un scénario d'impasse, il existe une règle simple pour détecter les impasses en surveillant les dépendances de blocage des chaînes d'activités. Si la chaîne d'activités du déclencheur $T(n)$ est bloquée par la chaîne d'activités du déclencheur $T(n+1)$ et que $T(n+1)$ est bloquée par $T(n+2)$, il y a scénario d'impasse lorsque cette relation forme un cercle en retour et un déclencheur $T(m)$ est bloqué par $T(n)$. Il ne s'agit pas d'un scénario d'impasse tant que la série des dépendances de blocage finit par être une chaîne d'activités non bloquée.

Habituellement, la cause d'un scénario d'impasse peut se trouver dans un paquetage d'appareil impliqué. Par conséquent, il convient que les développeurs de paquetage d'appareil utilisent des références à travers les blocs et à travers les modules seulement avec soin et précaution.

Néanmoins, le Serveur FDI a la responsabilité de détecter les scénarios d'impasse. Si le Serveur FDI a détecté un scénario d'impasse, il peut le briser en abandonnant l'une des chaînes d'activités impliquées et même rappeler ultérieurement le déclencheur abandonné.

Bibliographie

IEC 61804-5, *Blocs fonctionnels (FB) pour les procédés industriels et le langage de description électronique de produit (EDDL) – Partie 5: Bibliothèque de Built-in EDDL*

IEC 62769-6, *Intégration des appareils de terrain (FDI) – Partie 6: Mapping de technologies FDI*

FDI-2021, *FDI Project Technical Specification – Part 1: Overview*
<disponible en anglais seulement à www.fdi-cooperation.com>

FDI-2022, *FDI Project Technical Specification – Part 2: FDI Client*
<disponible en anglais seulement à www.fdi-cooperation.com>

FDI-2023, *FDI Project Technical Specification – Part 3: FDI Server*
<disponible en anglais seulement à www.fdi-cooperation.com>

FDI-2024, *FDI Project Technical Specification – Part 4: FDI Packages*
<disponible en anglais seulement à www.fdi-cooperation.com>

FDI-2025, *FDI Project Technical Specification – Part 5: FDI Information Model*
<disponible en anglais seulement à www.fdi-cooperation.com>

FDI-2026, *FDI Project Technical Specification – Part 6: FDI Technology Mapping*
<disponible en anglais seulement à www.fdi-cooperation.com>

FDI-2027, *FDI Project Technical Specification – Part 7: FDI Communication Devices*
<disponible en anglais seulement à www.fdi-cooperation.com>

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch