

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Control systems in the process industry – Electrical and instrumentation loop check

Systèmes de commande dans l'industrie de transformation – Contrôle de boucle des circuits électriques et des appareillages

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62382:2024



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 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 Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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 une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Control systems in the process industry – Electrical and instrumentation loop check

Systèmes de commande dans l'industrie de transformation – Contrôle de boucle des circuits électriques et des appareillages

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 25.040.40

ISBN 978-2-8322-9531-1

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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
1.1 General applicability	7
1.2 Exclusions	7
1.2.1 Prior and post activities	7
1.2.2 Regulated industries	7
1.2.3 Safety instrumented systems	7
1.2.4 Manufacturing execution systems	7
1.2.5 Advanced process control.....	7
1.2.6 Security for industrial automation and control systems.....	7
1.2.7 User-specific procedures and requirements	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions and abbreviated terms	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Abbreviated terms.....	11
4 Loop check schedule	12
5 Loop check content	12
5.1 Included activities	12
5.1.1 General	12
5.1.2 Loop check phases	13
5.1.3 Deficiencies	13
5.2 Excluded activities	13
6 Loop check procedure	14
6.1 Loop check planning	14
6.2 Performance of loop check.....	15
6.2.1 Documentation check	15
6.2.2 Visual inspection	15
6.2.3 Functional check prerequisites	15
6.2.4 Functional check.....	16
6.3 Additional tests – Quality and safety relevant loops	16
6.4 Partial loop checks.....	16
6.5 After completion of loop checks	16
7 Documentation of performed loop checks	16
7.1 Documentation.....	16
7.2 Loop check results	17
8 Quality assurance.....	17
9 Safety aspects.....	17
10 Loop checks post commissioning.....	17
Annex A (informative) Examples of loop tests	19
A.1 General.....	19
A.2 Loop check prerequisites	19
A.3 Measurements	19
A.4 Actuators and valves.....	20
A.5 Motor loops.....	20
A.6 Alarms	21

A.7	Diagnostics	21
A.8	Standard loops.....	21
A.9	Non-standard loops.....	21
A.9.1	Loops containing intelligent devices.....	21
A.9.2	Loops containing devices with network and system security	21
A.9.3	Special loops	21
A.9.4	Interlocks.....	22
A.9.5	Quality loops	22
A.9.6	Safety loops	22
A.9.7	Asset management system loops.....	22
A.10	Loop infrastructure.....	22
A.11	E&I general concepts.....	23
Annex B (informative)	Loop check form.....	24
Bibliography		27
Figure 1	– Project phases and E&I testing	12
Figure B.1	– Loop check form – Page 1	25
Figure B.2	– Loop check form – Page 2	26

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62382:2024

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CONTROL SYSTEMS IN THE PROCESS INDUSTRY –
ELECTRICAL AND INSTRUMENTATION LOOP CHECK**

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.
- 9) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 62382 has been prepared by subcommittee 65E: Devices and integration in enterprise systems, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2012. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) general re-organization of the content of the previous edition, moving informative content to the annexes;
- b) replacing the forms based on I/O type in IEC 62382:2012, Annex A to Annex E with an example of a generic loop check form;

c) providing additional references to other applicable standards.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
65E/1082/FDIS	65E/1114/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62382:2024

INTRODUCTION

The inspection and verification of the individual measurements and controls in conjunction with the control systems used to monitor these devices is referred to as loop check. In industry, numerous methods and philosophies are used to check the instrumentation and controls after mechanical installation within projects for modified or new facilities.

This document was created to provide a better understanding of what loop check consists of and also to provide a standard methodology for executing a loop check.

Annex A provides examples of checks for various loop components to aid the user in establishing the desired loop check plans for a specific project. Annex B provides an example of a loop check form.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62382:2024

CONTROL SYSTEMS IN THE PROCESS INDUSTRY – ELECTRICAL AND INSTRUMENTATION LOOP CHECK

1 Scope

1.1 General applicability

This document defines procedures and specifications for loop check, which comprises the activities between the completion of the loop construction (including installation and point-to-point checks) and the beginning of cold commissioning. This document is applicable for the construction of new plants and for expansion or retrofits (i.e. revamping) of electrical and instrument (E&I) installations in existing plants (including PLC, DCS, panel-mounted and field instrumentation). It does not include a detailed checkout of power distribution systems, except as they relate to the loops being checked (i.e. a motor starter or a power supply to a four-wire transmitter). Loop checks can be performed throughout the lifecycle of the plant. This document is also applicable when loop checks are performed after commissioning. This document describes what is intended to be tested but not how the test is performed, due to the wide range of technologies and equipment available.

The intent of this document is to provide a means for all parties, including the owner, the installer and the vendor, to clearly establish and agree on the scope of activities and responsibilities involved in performing these tests in order to achieve a timely delivery and acceptance of the automation system. The activities described in this document can be taken as a guideline and adapted to the specific requirements of the process, plant or equipment.

1.2 Exclusions

1.2.1 Prior and post activities

Engineering and manufacturing activities prior to or after the loop checks, such as FAT, SAT, SIT and commissioning, are not covered by this document.

1.2.2 Regulated industries

For applications in the pharmaceutical or other highly specialized industries, additional guidelines (e.g. good automated manufacturing practice (GAMP)), definitions and stipulations apply in accordance with existing standards.

1.2.3 Safety instrumented systems

All loops are checked in accordance with this document. However, loops involved in safety instrumented systems are subjected to additional testing. The IEC 61511 series provides requirements for checks and validation of safety instrumented systems.

1.2.4 Manufacturing execution systems

Testing and verification of manufacturing execution systems (MES) is not covered by this document.

1.2.5 Advanced process control

Testing and verification of advanced process control (APC) are not covered by this document.

1.2.6 Security for industrial automation and control systems

The IEC 62443 series provides requirements for network and system security.

1.2.7 User-specific procedures and requirements

This document does not describe any user-specific procedures and requirements that can be related to loop check, e.g. positioning of process isolation valves, what state to leave the loop in after check, calibration. It is the user's responsibility to ensure that these are added to the loop check requirements as necessary.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 62381, *Automation systems in the process industry – Factory acceptance test (FAT), site acceptance test (SAT), and site integration test (SIT)*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminology databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

3.1.1

advanced process control

APC

system comprising several tools and techniques whose common characteristic is taking process automation beyond the limits of single-loop control

Note 1 to entry: APC includes model-based software that is used to direct the process operation and is commonly referred to as multivariable predictive control or model predictive control.

3.1.2

asset management system

software that works with or is a feature of the BPCS and that facilitates setting and recording of configuration, as well as display and recording of diagnostics, of instrumentation connected to the BPCS

3.1.3

automation system

complete system for the monitoring and control of production facilities

Note 1 to entry: An automation system can include a BPCS and can also include a SIS and other subsystems.

3.1.4**basic process control system****BPCS**

system which responds to input signals from the process, its associated equipment, other programmable systems and/or operators and generates output signals causing the process and its associated equipment to operate in the desired manner but which does not perform any SIF

Note 1 to entry: A BPCS includes all of the devices necessary to ensure that the process operates in the desired manner.

Note 2 to entry: A BPCS typically can implement various functions such as process control functions, monitoring, and alarms.

[SOURCE: IEC 61511-1:2016, 3.2.3]

3.1.5**basic software**

software containing the graphic faceplates, base-level alarms and switch points, basic interlocking and analogue control, at a minimum

Note 1 to entry: In the case of safety loops, any safety switch point should be included if it is not in the basic database.

3.1.6**cold commissioning**

phase, during which the activities associated with the testing and operation of equipment or facilities using test media such as water or inert substances prior to any chemical in the system being introduced take place

3.1.7**control system**

system which responds to input signals from the process and/or from an operator and generates output signals causing the process to operate in the desired manner

Note 1 to entry: The control system includes sensors and final elements and can be either a BPCS or a SIS or a combination of the two.

[SOURCE: IEC 61511-1:2016, 3.2.10]

3.1.8**factory acceptance test****FAT**

activity, including inspection and testing, to demonstrate that the automation system, subsystem, or component is in accordance with the specification and is typically conducted at the vendor's facility

3.1.9**factory integration test****FIT**

activity, including inspection and testing, conducted at the vendor's facility to demonstrate that the merging of some or all of the various subsystems and components into one overall automation system functions in accordance with the specification

3.1.10**function diagram**

graphical description of the E&I functions of the control system

Note 1 to entry: Refer to IEC 62708 and the IEC 61131 series.

3.1.11

functional requirements specification

specification listing the detailed operational requirements for a control system (i.e. what the system does, not how it does it)

3.1.12

hot commissioning

phase during which the activities associated with the testing and operation of equipment or facilities using the actual chemical process prior to making an actual production run take place

3.1.13

installer

company that will install or has installed the automation system, subsystem, or component on site

3.1.14

instrument specification

data sheet with all essential E&I data concerning tagging, function, description, measuring range, accuracy, location, process data, instrument data, etc.

Note 1 to entry: Refer to ISA-TR20.00.01 for examples of instrument specifications.

3.1.15

loop

all the hardware and software necessary to work together for the measurement or communication or control, or a combination thereof, of a process variable

Note 1 to entry: The loop consists of all associated components and functions including sensor, logic, control, actuator, and HMI.

3.1.16

loop diagram

representation of hardware or basic software functions, or both, of a control loop with graphical symbols

Note 1 to entry: A loop diagram shows equipment in its topological order and wiring including the terminals.

Note 2 to entry: Refer to IEC 62708 and ISA-5.4.

3.1.17

loop list

tabulation of all loops with tagging, function, service description, and PID reference

3.1.18

owner

company that operates the production facilities where the automation system is or will be installed

3.1.19

precommissioning

phase, during which the activities of non-operating adjustments, cold alignment checks, cleaning, and testing of machinery take place

3.1.20**safety instrumented system****SIS**

instrumented system used to implement one or more SIFs

Note 1 to entry: A SIS is composed of any combination of sensor(s), logic solver(s), and final element(s) (e.g. see IEC 61511-1:2016, Figure 6). It also includes communication and ancillary equipment (e.g. cables, tubing, power supply, impulse lines, heat tracing).

Note 2 to entry: A SIS can include software.

Note 3 to entry: A SIS can include human action as part of a SIF.

[SOURCE: IEC 61511-1:2016, 3.2.67, modified – In Note 3 to entry, Figure 6 and the reference to ISA TR84.00.04:2015, part 1 have been omitted.]

3.1.21**site acceptance test****SAT**

activity, including inspection and testing, conducted at the site of the installation, to demonstrate that the installation of the automation system, any subsystem, or any component is in accordance with the applicable standards, codes, specifications, and installation instructions

3.1.22**site integration test****SIT**

activity, including inspection and testing, conducted at the site of the installation, to demonstrate that the merging of the various subsystems and components into one overall automation system is completed and that all components work together in accordance with the specification

3.1.23**start-up**

milestone marking the end of cold commissioning and formally setting process equipment into operation leading into production

3.1.24**vendor**

manufacturer, distributor, or systems integrator of the automation system, subsystem, or component

3.2 Abbreviated terms

The following abbreviated terms are used (for terms not otherwise defined):

DCS	distributed control system
E&I	electrical and instrumentation
HART	highway addressable remote transducer
HMI	human machine interface
HVAC	heating, ventilation and air conditioning
I/O	input and output
MCC	motor control centre
P&ID	pipng (or process) and instrument diagram
PLC	programmable logic controller
SIF	safety instrumented function

4 Loop check schedule

Loop checks are performed to verify the proper operation of all loops prior to the commissioning of a new plant or plant modification. They follow the installation of all the loop components and the functionality checks of the control system after field installation. These functionality checks shall be performed in accordance with IEC 62381. The loop checks will ideally occur in the precommissioning phase of the schedule.

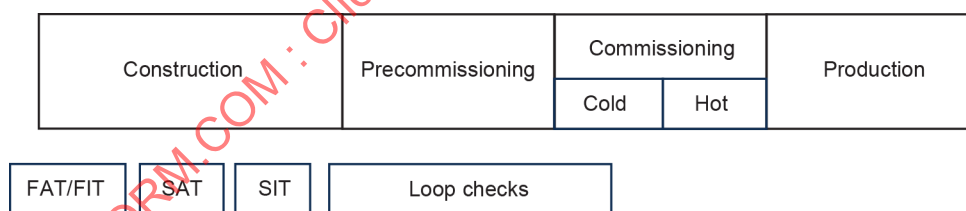
However, normal occurrence is that the loop checks begin when any specific loop is completed and determined to be ready for check even if it is during the construction phase. The owner or owner's designated representative shall determine prerequisites prior to beginning a loop check. The loop check can substantially overlap the construction phase.

Loop checks are the last systematic check of a control system to ensure that:

- all loop documents (loop diagrams, loop check sheets, etc.) are current and available;
- all instrumentation and equipment have been delivered according to the design specifications;
- the installation has occurred in accordance with engineering documents; and
- all loops function as required.

The proper operation of all loops shall be verified prior to proceeding to the commissioning phase of the project. The loop checks are the quality check of the engineering design; the delivered instrumentation and associated equipment; and their installation. The main loop-related activities in the commissioning phase following loop check are loop tuning and verification of all other loop operations and control schemes.

Figure 1 provides a general illustration of a portion of the timeline of a project from construction to production, where the control system checks described in IEC 62381 and the loop checks described in this document occur. The industry and the specifics of a project can vary the relative timing of each test.



IEC

Figure 1 – Project phases and E&I testing

5 Loop check content

5.1 Included activities

5.1.1 General

The loop check includes the following elements of a loop.

- Hardware components – check the functionality and interoperability of:
 - all loop components, located in the field, control room, or other rooms (e.g. rack room), their configuration and their interconnection;
 - input and output cards of the control system; and
 - connections of the loop to other systems.

- Software – check the configuration and functionality of:
 - faceplate and graphics;
 - alarms, including range and setpoint for analogue alarms and actuation for all alarms in accordance with the alarm list;
 - control (correct control algorithm configured, direct or reverse setting); and
 - interlocking.

The loop check uses the basic graphics and faceplates of the control system. Inputs and outputs can be connected not only to the BPCS but also to the SIS or other subsystems. They all are monitored and displayed to the operator on the BPCS.

5.1.2 Loop check phases

The actual loop check involves the three following phases (see details in Clause 6).

- Documentation check
Check for the completeness and consistency of loop documents, including any documents from the installation or FAT.
- Installation check
Visual inspection of loop devices for correct installation and tagging.
- Functional check
All loop components (hardware and software) are checked for proper configuration and operation.

5.1.3 Deficiencies

During the loop check, the following three types of deficiencies can be found.

- Installation failures
Discrepancies with the specified hardware or the installation (incorrect installation, incorrect instruments, etc.). The installer should resolve these problems.
- Configuration failures
Discrepancies between the software configuration and the software functional specification. The entity responsible for the control system programming should resolve these problems.
- Engineering and design failures
Discrepancies to be suspected when, despite installation of the designated instruments in accordance with the applicable drawings, the desired functionality cannot be realized (e.g. due to an incorrect drawing, specification, etc.). The entity responsible for the engineering on the project should resolve these problems.

Additional deficiencies can be in the process design, but this can only be determined after process start-up.

5.2 Excluded activities

The loop check does not include the following activities.

- test activities possible without construction being completed:
 - software testing using simulation tools; and
 - other factory acceptance tests performed at the vendor's or other's facilities;
- other software checkout activities (FAT, etc.);

- detailed construction and mechanical inspections performed during the construction phase:
 - cable testing during construction (Hipot, Meggering, etc.); and
 - point-to-point wiring checks;
- testing of the internal workings of package units (i.e. process subunits, machinery, complex analysers, etc.);

NOTE Only the I/O testing of this equipment is included in the loop check.

- validation of safety instrumented systems;
- testing of network and system security;
- manufacturing execution systems, advanced process control, testing for regulated industries;
- activities belonging to the commissioning phase: tuning of loops, instrument and control schemes (e.g. calibrating of level transmitters by filling tanks; verification of complex control schemes; tuning of continuous control schemes).

6 Loop check procedure

6.1 Loop check planning

Loop check planning begins with a complete list of all loops to be checked. These can be newly installed loops or existing loops that are being modified. The test(s) to be performed on each loop and the acceptance criteria shall then be established. Annex A provides some examples of loop tests that can assist the user in developing a specific loop test plan for the loops on the project.

All associated documentation for the loops to be checked should be assembled. This can include items listed below:

- instrument index providing pertinent information for all instruments;
- loop list;
- P&ID drawings for the project;
- functional requirements specification;
- function diagrams (single- or multi-loop);
- instrument and equipment location plans;
- for each instrument loop to be checked:
 - loop diagram;
 - instrument calibration document;
 - instrument specification sheet for each device in the loop; and
 - loop check sheet to document the checks;
- for each motor loop:
 - loop diagram;
 - motor elementary, single line diagram, power and control plan;
 - loop check sheet to document the checks; and
 - completed motor check sheets documenting motor installation checks performed;
- BPCS interlock list with detailed interlock descriptions and trip settings; and
- BPCS alarm list with all alarm settings and actions.

If loop checks will require the involvement or assistance of a specialist (e.g. vendor representative for an equipment package or specialty component), prior arrangements should be made for that person's participation in the loop checks.

6.2 Performance of loop check

6.2.1 Documentation check

The documentation check consists of the following activities.

- The checkout of the loop shall first establish that all documentation pertaining to that loop is available and consistent. If the loop is one to be given special attention or significance (e.g. a safety, quality, environmental, or other), the documentation for that loop should be correctly labelled or identified accordingly.
- The pertinent documentation shall, as a minimum, contain a loop diagram and a specification containing all calibration and functional data necessary to verify the correct operation of the loop.

6.2.2 Visual inspection

The visual inspection consists of the following activities.

The installation of each loop component shall be visually checked against the documents to ensure that the correct instruments were installed and that the installation is in accordance with the hardware specifications and installation drawings. Visual checks shall include the following:

- valves and flowmeters are checked for correct installation with the direction of flow;
- local instrumentation can be easily read;
- all the elements of the loop are available, accessible, labelled and installed in a clean and neat manner (including cables, wires, junction boxes, panels, cabinets, racks), considering their maintenance;
- component and wire tagging is clear, readable, and unambiguous (no danger of false interpretation);
- field elements are adequately protected from mechanical or environmental damage; and
- if a model exists, check the location of the instrument against the model.

The following supporting infrastructure shall also be visually checked for completeness and correctness of installation, including properly installed and labelled:

- junction boxes, panels, cabinets, racks, and all wiring terminations;
- instrument piping and tubing;
- instrument air supply;
- utility power and power supplies; and
- wired and wireless networks.

6.2.3 Functional check prerequisites

Any problems found affecting loop performance shall be resolved prior to powering the loop and performing loop checks. Prior to performing loop checks, the latest firmware and configuration shall be downloaded to intelligent devices and the BPCS, SIS, or other system involved in loop check shall be installed and its SAT completed. Any open items from previous checks that can affect loop performance shall be resolved. Calibration of all devices in the loop shall be completed prior to performing loop checks.

6.2.4 Functional check

The functional checks of loops can be performed in logical groupings (e.g. by process area or by control system termination rack) or as they become available after their installation. The actual method and order of checkout should be defined by the project team prior to starting the loop check.

The purpose of the functional check is to exercise all components of a loop during one test and verify their individual and combined proper operation. Checking a loop in pieces does not qualify as a loop functional check and shall not substitute for the loop functional check.

During the functional check of a loop, checks shall be made of each component's operation under fail conditions: does the component's action on failure meet the required component fail-safe action and does the loop's action on failure of any component meet the required loop fail-safe action?

6.3 Additional tests – Quality and safety relevant loops

All loops that are identified by the owner as quality-relevant (important to production quality) and safety-measure-relevant (important to safety) loops should be rechecked after successful completion of the loop check as a double check for proper operation. This check should also be performed on the loop and all its components and be performed by different people than who performed the initial check.

6.4 Partial loop checks

All components of a loop shall be tested together to confirm proper operation of the loop. Owing to project deliveries or other schedule issues, it can be decided to test a loop in segments via two or more partial loop tests, in order to identify problems or confirm operation. This approach can be used but does not replace the requirement to test all components of a loop together before that loop is placed in service.

Traditionally, these tests are performed using manual methods. With modern systems and test equipment, some of these tests can also be performed using automated methods, depending on the equipment's capability. If automated methods are used, it is the responsibility of the entity performing the tests to demonstrate that the automated tests completely cover all aspects of the automated portion of the test plan and are validated.

6.5 After completion of loop checks

The final state of each loop after completing loop check shall be secured to ensure that there are no modifications or subsequent interventions in the hardware or software. A complete recheck shall be required for any loop that has been modified (hardware or software) or disconnected after successful loop checks have been completed.

7 Documentation of performed loop checks

7.1 Documentation

Documentation of performed loop checks should include the following as a minimum.

- Loop check sheets – The results of each loop check shall be completely documented on a loop check sheet intended for that purpose. Annex B provides an example of a loop check sheet that can be used for various loops. Setup and configuration of loop components should also be completely documented on the loop check sheet if they are not otherwise documented. All deficiencies found during the loop checks shall be documented on the loop check sheet. Deficiencies can be found in the loop documentation, installation or operation.

- Marked documents – Marked or "red line" drawings or other loop-related documents reflecting the final as-installed state of the loop components.
- Test reports or certificates – Any test reports or certificates from the construction phase (e.g. point-to-point checks, motor rotation, wiring and insulation checks).
- Punch list – Loop check documentation should also include a punch list listing all the deficiencies found and tracking their final resolution.

7.2 Loop check results

The results of the loop checks shall be indicated on the loop check sheet or on a tabulation of the loops, or both, to be checked as follows:

P = Pass (correct when checked);

F = Fail (not passed when checked; if the loop check results in Fail, it shall include a clear problem description, and engineering involvement can be required); or

PR = Pass after repair (repair action by checkout or repair crew required with a clear description of the work to be performed).

8 Quality assurance

The test reports are drafted in such a way that all relevant items are covered at least once.

Quality is promoted by the following measures:

- the loop check is always performed in the same manner (independent of the particular tester);
- test reports are updated with the latest information; and
- the testers, and possibly witnesses or owner's representative, or both, confirm with their signature that a complete loop check agrees with the test procedures and criteria.

9 Safety aspects

For safety installations, extra checklists and working plans are set up in addition to the normal loop check procedure. These documents typically describe a very detailed check procedure and are periodically repeated after production start-up.

10 Loop checks post commissioning

After loops are initially checked and put into operation, periodic loop checks can be performed during the lifecycle of the plant. Many loop check procedures used in initial commissioning can require extensions or modifications, or both, to allow their use in operating plants. It is possible that some parts of original commissioning loop checks will not be necessary for some use cases. Some function tests in loop checks can often be used with little modification.

Loop check procedures use in operating plants include, but are not limited to, the following use cases:

- loop checks performed to verify loop performance;
- loop checks performed during plant operation for preventive maintenance or other reasons;
- loop checks performed following repair or replacement of one or more elements in the loop;
- loop checks performed during a maintenance turnaround where equipment has been in operation and will be returned to operation; and

- loop checks performed in a plant that is undergoing a phased start-up (part of the plant is operational while other parts are under construction).

Loop checks that are performed under the above conditions bring extra risks that must be managed. These include but are not limited to:

- personnel exposure to hazardous materials or conditions; and
- risks that the procedure will have unforeseen effects on plant operations.

To ensure proper risk management, the test procedure to be used with the plant in operation should be:

- formally documented; and
- tested in a non-operating environment (before plant operation is started).

NOTE Temporary bypass can be required for interlocks, alarms, etc. when performing tests in an operating plant.

Loop check documentation should include all settings of the loop before and after performing the check.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62382:2024

Annex A (informative)

Examples of loop tests

A.1 General

Specific checks to be performed on a loop and its components should be established, along with the respective acceptance criteria, for each loop to be checked. This annex provides examples of checks for various loop components to aid the user in establishing the desired loop check plans for a specific project.

The actual performance of the checks listed will vary depending on the component, the signal transmission type (e.g. 4-20 mA DC, HART, fieldbus, wireless) and the tools available (e.g. multimeter, handheld communicator, asset management system).

Typical tests are provided below for loop measurements (sensors) and loop outputs (actuators). When developing a loop test plan, a test type should be established for the entire loop. When there is a different test method for the measurement and the output, the loop test method should be shown for the measurement method and the output method (e.g. measurement forced and output stroke).

A.2 Loop check prerequisites

Loop check prerequisites include:

- loop installation complete – installation of all loop components (hardware and software) as well as, ideally, all loops that share cabling or functionality with the loop in question, are complete;
- power supply available and tested (caution energizing while still constructing);
- instrument air supply available and tested (caution energizing while still constructing); and
- any network (wired or wireless) involved in the loop has been checked and is operational.

A.3 Measurements

- Forced: In this test method, the primary sensing element is physically forced to induce loop functions. Examples are applying pressure to a pressure transmitter or heat to a thermocouple. When a sensor is physically forced, it should be done in a manner as close to the way the process will be applied as practical. Forcing a sensor or transmitter can require disconnection and reconnection of the sensor, fittings, etc. Care should be taken to ensure that all reconnections have been made properly after loop checks are complete and the sensor or transmitter is functioning properly.
- Simulated: In this test method, it is acceptable or necessary to simulate the sensor rather than operate it. For analogue signals, this includes the use of 4-20 mA sources or transmitter simulators in place of the transmitter. For smart transmitters, this includes manipulating the transmitter output via a handheld communicator. For discrete (on-off) signals, simulation includes the use of a jumper or lifting a wire or opening a fuse in the circuit.

For either of these two test methods, the following apply:

- force or simulate values at multiple points (in both increasing and decreasing signal directions detect any hysteresis) of the transmitter span (e.g. 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, and 100 %) to confirm the sensor or transmitter, BPCS and any other indicators all agree;
- force or simulate values above and below range to confirm failure reaction in BPCS;

- simulate a sensor failure (e.g. disconnection, short-circuit of the sensor) to verify the correct failure reaction in the BPCS;
- disconnect the transmitter to verify the correct failure reaction in the BPCS; and
- reconnect the transmitter to verify the device is automatically and correctly communicating with the BPCS.

A.4 Actuators and valves

- On/Off stroke: In this test method, an on/off (open/close) actuated valve is activated or stroked from its point(s) of control (e.g. BPCS, local) and checked for:
 - full stroke – reaching the fully open and fully closed positions in an acceptable time; and
 - position indication – proper position indication at the valve and remotely (e.g. BPCS via limit switch(es) on valve, if applicable).
- Control Stroke: In this test method, an actuated valve, which can be positioned anywhere from full open to full closed, is activated or stroked from its point(s) of control (e.g. BPCS, local) and checked for:
 - full stroke – reaching the fully open and fully closed positions in an acceptable time. (It is also checked at intermediate points such as 25 %, 50 %, and 75 % open in both the increasing and decreasing directions to detect any hysteresis.); and
 - position indication – proper position indication at the valve and remotely (e.g. BPCS via positioner feedback or limit switch(es), if applicable).
- For either of these two test methods, the following apply:
 - simulate an actuator failure (e.g. loss of air supply and electric signal) to verify the correct reaction;
 - simulate a limit switch failure to verify correct reaction in BPCS;
 - disconnect the actuator, checking of the fail-safe position and the failure reaction in BPCS; and
 - reconnect the actuator to verify the device is automatically and correctly communicating with the BPCS.

A.5 Motor loops

- Cycle On/Off: In this test method, the motor starter is actuated from its point(s) of control (e.g. BPCS, local) and checked for:
 - proper operation of all motor commands and feedback such as start/stop, ready, run feedback, fault (e.g. BPCS, local); and
 - proper operation of the motor.
- Cycle VSD: In this test method, the motor variable speed drive (VSD) is actuated from its point(s) of control (e.g. BPCS, local) and checked for:
 - full speed range – motor speed varying from minimum to maximum speed. (It is also checked at intermediate points such as 25 %, 50 %, and 75 % speed, in both increasing and decreasing directions to detect any hysteresis.);
 - speed feedback – proper indication of motor speed at the VSD and in the BPCS through the entire speed range;
 - other signals, such as motor current, motor torque, should also be verified at this time; and
 - configuration settings are proper and documented.

- For either of these two test methods, the following apply:
 - confirm the proper size and settings of the motor protection device;
 - simulate motor protection device failure and checking of correct indication in BPCS; and
 - check for correct operation with motor protection device in test mode and with motor fuses removed.

NOTE Motor loop checks typically occur prior to cold/hot commissioning and are preferably completed in a manner that ensures that process equipment (pumps, agitators, etc.) are not damaged while running dry.

A.6 Alarms

During a loop check, all alarms associated with the loop shall be completely checked to verify:

- trip (actuation) setting(s);
- reset (clear) value(s);
- correct action(s) (visual, audible, other).

A.7 Diagnostics

If the system or a component of the loop has diagnostics, it should be fully checked as part of the loop check.

A.8 Standard loops

Standard loops are loops most commonly found in industry and are verified by the typical tests provided in Clause A.3, Clause A.4 and Clause A.5 above.

A.9 Non-standard loops

A.9.1 Loops containing intelligent devices

The integrity of the intelligent device(s) application configuration should be verified before checking the loop. After the loop check is completed, a backup of the application configuration of the intelligent device(s) should be made and properly stored. More information can be found in IEC TR 63082-1.

A.9.2 Loops containing devices with network and system security

Before checking the loop, all applicable aspects of network and system security should be properly configured and checked. More information can be found in the IEC 62443 series.

A.9.3 Special loops

There can be some unusually complex loops or loops that contain complex components (e.g. analysers, nuclear radiation level detectors) where special procedures are necessary for start-up or verification. The checks for these loops, along with the acceptance criteria, should be described in a written procedure in place of or in addition to the standard loop check procedure. These loops can require specialist staff or can be checked after the plant is started with standard loops.

A.9.4 Interlocks

Verification of interlocks implemented in the BPCS typically takes place after the completion of loop checks. A BPCS interlock check should not be performed until after all loops involved in that interlock have successfully completed their loop check. The interlock is verified to perform as described in the interlock matrix. The interlock check consists of either forcing or simulating each interlock initiator, one at a time, and confirming that all interlock actions occur at the proper trip points in accordance with the interlock matrix.

A.9.5 Quality loops

Loops designated as "quality loops" are critical to the quality of the product or process and should be checked in accordance with this document. However, the accuracy of the field device should be verified. This can be accomplished by having the device tested by the manufacturer and providing a test certificate showing the device accuracy. The loop check plan should identify "quality loops" and provide the checks and acceptance criteria specific to those loops, including required test equipment accuracy.

A.9.6 Safety loops

Loops designated as "safety loops" (e.g. loops involved in a SIS) should be first checked in accordance with this document to confirm functionality. After these loop checks have been completed, the SIS validation can be performed. The validation of safety loops must be accomplished in accordance with specific test procedures developed in accordance with applicable safety standards and that validation is not covered by this document.

A.9.7 Asset management system loops

A control system that has an asset management feature can provide additional means to verify proper component configuration and proper loop operation. The asset management system should be properly configured, verified, and operational before use in loop checks, including such aspects as diagnostics, configuration backup and integrity checks.

A.10 Loop infrastructure

Prior to, or during, loop checks, loop infrastructure should be checked for installation completion and full functionality. This includes:

- energy supplies (electrical power, instrument air, etc.);
- bus systems (e.g. Fieldbus) and networks;
- grounding systems;
- wiring, conduit, tray, etc. installation;
- wired and wireless networks; and
- E&I rooms (control room, MCC, rack room, etc.) – lighting, cabinet installation, access, HVAC, pressurization, etc.

The loop check plan should include a checklist of all loop infrastructure points to be checked and acceptance criteria.

A.11 E&I general concepts

During the functional check of loops, it is good practice to check E&I fundamentals and concepts, such as:

- confirm all component tagging and identification;
- check proper configuration and documentation of all component settings;
- check loop reaction during a failure or malfunction;
- document the "fail-safe" action (does the loop go to a safe state when a component malfunctions or power is removed?);
- document what happens when the span limits are exceeded (do the readings and alarms conform to manufacturer's specifications or desired actions?);
- if the BPCS malfunctions, check if the final element's actions conform to the specifications; and
- document that redundant controls or power supplies function as desired during the failure of the primary or secondary and whether they switch back properly upon restoration.

The loop check plan should include all E&I concept checks to be performed and the respective acceptance criteria. The results of these checks shall be recorded on the loop test report or other designated form. Loop-related concept checks can be performed for all loops or a sample of loops large enough to verify that each concept is properly implemented.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62382:2024

Annex B (informative)

Loop check form

This annex contains an example loop check form consisting of two pages (see Figure B.1 and Figure B.2). The form is intended to be a general form applicable to all loop types. Some users can choose to develop a number of separate forms, each for a specific loop type (e.g. indicating loops, control loops, motor loops).

Forms used to plan and document loop checks should contain all information applicable to the loop check, including:

- information about the loop (e.g. loop number, service description);
- planning information (e.g. grouping, priority);
- checks to be performed (e.g. standard loops: check method(s) to be used; special loops: check(s) of special feature(s) to be performed);
- applicable acceptance criteria; and
- space to document results, final settings, deficiencies found, and resolution of deficiencies.

Form(s) can be accompanied by other pertinent information (e.g. safety procedures, loop check instructions, acceptance criteria).

NOTE Abbreviations that appear in the following loop check form but are not used in the body of this document are:

LRV – lower range value

URV – upper range value

H/O/A – hand/off/auto

Project No.		Sub-System		Priority	Loop No.	
Loop Check Group		Check Method to be used			Loop Service	
1. Documentation Available <i>Loop documentation complete & available?</i>						
☐	Instrument specifications	☐	Smart Device Configuration Info		Results Satisfactory	
☐	Loop Drawing	☐			Date:	
☐	Alarm list	☐			Name:	
☐	Loop functional requirements	☐			Signature:	
2. Visual Inspection of Installation <i>Physical installation correct and complete?</i>						
☐	All loop components installed and tagged per drawings/specs? Flow direction correct?					Results Satisfactory
☐	Electrical connections tight, covers in place?					Date:
☐	All IO wiring complete, cards, modules, resistors, supporting infrastructure installed?					Name:
☐						Signature:
☐						
3. Functional Check of Loop <i>Loop function correct?</i>						
☐	Have any hydrostatic checks that could affect loop components been completed?					Notes:
☐	Correct type/size fuses placed in system?					
☐	All components operational?					
☐	Setup/configuration of all components complete, correct, and documented?					
☐	For any loop Fieldbus Devices, are Fieldbus segment checks complete?					
☐						
Transmitter Tag:						
Test Method: ☐ Forced ☐ Simulated using: Span: Min (LRV): (URV): Eng. Units: Indications: 0% 50% 100% 50% 0% Units Transmitter BPCS SIS Panel/Other ☐ Span and units on all readouts (including BPCS) match transmitter? ☐ BPCS Graphic and faceplate indications OK? For Temperature: Sensor Burnout ☐ Upscale ☐ Downscale Transmitter Failure Action: ☐ Upscale ☐ Downscale ☐ Other For asset management system supported loop checks ☐ BPCS calibration blocks match transmitter? ☐ Device self test passed?						Notes:
Switch Tag:						
Test Method: ☐ Forced ☐ Simulated using: Trip setting: ☐ Increasing ☐ Decreasing Reset point: ☐ Increasing ☐ Decreasing Indications: Off/Contact Open On/Contact Closed Switch BPCS SIS Panel/Other ☐ BPCS graphic and faceplate indications OK?						Notes:

IEC

Figure B.1 – Loop check form – Page 1

IEC

Figure B.2 – Loop check form – Page 2

Bibliography

IEC 61131 (all parts), *Industrial-process measurement and control – Programmable controllers*

IEC 61511 (all parts), *Functional Safety – Safety instrumented systems for the process industry sector*

IEC 61511-1:2016, *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 1: Framework, definitions, system, hardware and application programming requirements*

IEC 62443 (all parts), *Industrial communication networks – Network and system security*

IEC 62708, *Documents kinds for electrical and instrumentation projects in the process industry*

IEC TR 63082-1, *Intelligent device management – Part 1: Concepts and terminology*

ISA-5.06.01, *Functional Requirements Documentation for Control Software Applications*

ISA-5.4, *Instrument Loop Diagrams*

ISA-TR20.00.01, *Specification Forms for Process Measurement and Control Instruments – Part 1: General Considerations*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62382:2024

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
INTRODUCTION.....	32
1 Domaine d'application	33
1.1 Applicabilité générale.....	33
1.2 Exclusions	33
1.2.1 Activités préalables et postérieures	33
1.2.2 Industries réglementées	33
1.2.3 Systèmes instrumentés de sécurité.....	33
1.2.4 Systèmes industriels d'exécution	34
1.2.5 Contrôle de procédés avancé	34
1.2.6 Sécurité des systèmes d'automatisation et de commande industriels	34
1.2.7 Procédures et exigences pour l'application utilisateur	34
2 Références normatives	34
3 Termes, définitions et abréviations	34
3.1 Termes et définitions	34
3.2 Abréviations.....	38
4 Calendrier de contrôle de boucle	38
5 Contenu du contrôle de boucle	39
5.1 Activités incluses	39
5.1.1 Généralités.....	39
5.1.2 Phases du contrôle de boucle.....	40
5.1.3 Défauts.....	40
5.2 Activités exclues	40
6 Procédure de contrôle de boucle	41
6.1 Planification du contrôle de boucle.....	41
6.2 Exécution du contrôle de boucle	42
6.2.1 Contrôle de la documentation	42
6.2.2 Inspection visuelle	42
6.2.3 Conditions préalables au contrôle de fonctionnement	42
6.2.4 Contrôle de fonctionnement.....	43
6.3 Essais complémentaires – Boucles associées à la qualité et à la sécurité.....	43
6.4 Contrôles de boucle partiels.....	43
6.5 Après achèvement des contrôles de boucle	43
7 Documentation des contrôles de boucle effectués	44
7.1 Documentation.....	44
7.2 Résultats du contrôle de boucle	44
8 Assurance qualité	44
9 Questions de sécurité	44
10 Contrôles des boucles après leur mise en service	45
Annexe A (informative) Exemples d'essais en boucle.....	46
A.1 Généralités	46
A.2 Conditions préalables au contrôle de boucle	46
A.3 Mesurages	46
A.4 Organes de commande et vannes	47
A.5 Boucles de moteur	48
A.6 Alarmes	48

A.7	Diagnostic.....	48
A.8	Boucles normalisées	48
A.9	Boucles non normalisées	49
A.9.1	Boucles contenant des dispositifs intelligents	49
A.9.2	Boucles contenant des dispositifs avec sécurité de réseau et de système	49
A.9.3	Boucles spéciales	49
A.9.4	Verrouillages	49
A.9.5	Boucles de qualité	49
A.9.6	Boucles de sécurité	49
A.9.7	Boucles du système de gestion des actifs.....	50
A.10	Infrastructure d'une boucle	50
A.11	Concepts généraux E&I	50
Annexe B (informative)	Formulaire de contrôle de boucle	51
Bibliographie.....		54
Figure 1	– Phases de projet et essais E&I.....	39
Figure B.1	– Formulaire de contrôle de boucle – Page 1	52
Figure B.2	– Formulaire de contrôle de boucle – Page 2	53

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62382:2024

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES DE COMMANDE DANS L'INDUSTRIE DE TRANSFORMATION – CONTRÔLE DE BOUCLE DES CIRCUITS ÉLECTRIQUES ET DES APPAREILLAGES

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété. À la date de publication du présent document, l'IEC n'a reçu aucune déclaration relative à des droits de brevets, qui pourraient être exigés pour la mise en œuvre du présent document. Toutefois, il est rappelé aux responsables de cette mise en œuvre qu'il ne s'agit peut-être pas des informations les plus récentes, qui peuvent être obtenues dans la base de données disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 62382 a été établie par le sous-comité 65E: Les dispositifs 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. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2012. Cette édition constitue une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- a) réorganisation générale du contenu de l'édition précédente, en déplaçant le contenu informatif vers les annexes;
- b) remplacement, dans les Annexes A à E de l'IEC 62382, des formulaires fondés sur le type d'E/S par un exemple de formulaire générique de contrôle de boucle;
- c) ajout de références supplémentaires à d'autres normes applicables.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
65E/1082/FDIS	65E/1114/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les directives ISO/IEC, Partie 1 et les directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

INTRODUCTION

L'inspection et la vérification des différents mesurages et commandes, conjointement à celles des systèmes de commande utilisés pour la surveillance de ces dispositifs sont appelées "contrôle de boucle". Il est courant, dans l'industrie, de recourir à un grand nombre de méthodes et de philosophies afin de contrôler l'appareillage et les commandes après l'installation mécanique, dans le cadre de projets de modification ou de construction d'installations.

Le présent document est destiné à permettre une meilleure compréhension de la définition d'un contrôle de boucle, ainsi qu'à établir une méthodologie normalisée pour l'exécution des contrôles de boucle.

L'Annexe A donne des exemples de contrôles pour plusieurs composants d'une boucle, afin d'aider l'utilisateur à établir les plans de contrôle de boucle souhaités pour un projet spécifique. L'Annexe B fournit un exemple de formulaire de contrôle de boucle.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62382:2024

SYSTÈMES DE COMMANDE DANS L'INDUSTRIE DE TRANSFORMATION – CONTRÔLE DE BOUCLE DES CIRCUITS ÉLECTRIQUES ET DES APPAREILLAGES

1 Domaine d'application

1.1 Applicabilité générale

Le présent document définit les procédures et les spécifications relatives à un contrôle de boucle, qui se compose des activités comprises entre l'achèvement de la construction de la boucle (installation et contrôles de point à point) et le début de la mise en service à froid. Il s'applique à la construction de nouvelles usines, ainsi qu'à l'extension ou à la modernisation des installations de systèmes électriques et instruments de fonctionnement (E&I - electrical & instrument) dans les usines existantes (PLC - programmable logic controller, DCS - distributed control system, appareils montés sur panneau et appareils de terrain compris). Elle ne comprend pas de vérification détaillée des réseaux de distribution d'électricité, hormis dans la mesure où ils sont rattachés aux boucles faisant l'objet du contrôle (c'est-à-dire dans le cas d'un démarreur de moteur ou d'une alimentation électrique pour un transmetteur à quatre fils). Les contrôles de boucle peuvent être effectués tout au long du cycle de vie de l'usine. Le présent document s'applique également aux contrôles de boucle effectués après la mise en service. Le présent document décrit ce qui est destiné à être soumis à l'essai et non la méthode d'essai en raison de la large plage de technologies et d'équipements disponibles.

Le présent document a pour objet de permettre à toutes les parties, y compris le maître d'ouvrage, l'acheteur et l'installateur, de définir clairement et de convenir de l'étendue des activités et des responsabilités liées à l'exécution de ces essais, afin de finaliser la livraison et l'acceptation des systèmes d'automatisation dans les délais prévus. Les activités décrites dans le présent document peuvent être considérées comme des lignes directrices et être adaptées aux exigences spécifiques du processus, de l'usine ou de l'équipement.

1.2 Exclusions

1.2.1 Activités préalables et postérieures

Les activités techniques et de fabrication préalables ou postérieures aux contrôles de boucle, telles que les FAT, SAT, SIT et la mise en service, ne sont pas couvertes par le présent document.

1.2.2 Industries réglementées

Pour les applications dans l'industrie pharmaceutique ou d'autres industries hautement spécialisées, des lignes directrices (par exemple, Guide pour la validation des systèmes automatisés en milieu pharmaceutique (GAMP - good automated manufacturing practice)), des définitions et des dispositions complémentaires s'appliquent conformément aux normes existantes.

1.2.3 Systèmes instrumentés de sécurité

Toutes les boucles sont vérifiées conformément au présent document. Toutefois, les boucles impliquées dans les systèmes instrumentés de sécurité sont soumises à des essais supplémentaires. La série IEC 61511 fournit des exigences relatives aux contrôles et à la validation des systèmes instrumentés de sécurité.

1.2.4 Systèmes industriels d'exécution

Les essais et la vérification des systèmes industriels d'exécution (MES - manufacturing execution system) ne sont pas couverts par le présent document.

1.2.5 Contrôle de procédés avancé

Les essais et la vérification du contrôle de procédés avancé (APC - advanced process control) ne sont pas couverts par le présent document.

1.2.6 Sécurité des systèmes d'automatisation et de commande industriels

La série IEC 62443 fournit des exigences relatives à la sécurité des réseaux et des systèmes.

1.2.7 Procédures et exigences pour l'application utilisateur

Le présent document ne décrit pas de procédure et d'exigence pour l'application utilisateur qui peuvent être associées au contrôle de boucle, par exemple les vannes d'isolement du processus, l'état dans lequel laisser la boucle après le contrôle ou l'étalonnage. Il est de la responsabilité de l'utilisateur d'assurer que ces derniers sont ajoutés dans les exigences de contrôle de boucle si cela est nécessaire.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. 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 62381, *Systèmes d'automatisation dans l'industrie de transformation – Essais d'acceptation en usine (FAT), essais d'acceptation sur site (SAT) et essais d'intégration sur site (SIT)*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1.1

contrôle de procédés avancé

APC

système regroupant plusieurs outils et techniques dont la caractéristique commune est d'amener l'automatisation de processus au-delà des limites de la commande en boucle unique

Note 1 à l'article: L'APC inclut les logiciels fondés sur des modèles utilisés pour encadrer le fonctionnement du processus, communément appelés commande prédictive multivariable ou commande prédictive par modèle.

Note 2 à l'article: L'abréviation "APC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "advanced process control".

3.1.2**système de gestion des actifs**

logiciel qui fonctionne avec le BPCS ou qui en est une caractéristique et qui facilite le réglage et l'enregistrement de la configuration, ainsi que l'affichage et l'enregistrement des diagnostics, de l'appareillage connecté au BPCS

3.1.3**système d'automatisation**

système complet de surveillance et de commande des installations de production

Note 1 à l'article: Un système d'automatisation peut comprendre un BPCS. Il peut également comprendre un SIS et d'autres sous-systèmes.

3.1.4**système de commande de processus de base****BPCS**

système qui répond aux signaux d'entrée provenant du processus, de ses équipements associés, d'autres systèmes programmables et/ou des opérateurs, et qui génère des signaux de sortie faisant fonctionner le processus et ses équipements associés de la manière souhaitée, mais qui n'exécute aucune fonction instrumentée de sécurité (SIF)

Note 1 à l'article: Un BPCS inclut tous les appareils nécessaires pour assurer que le processus fonctionne de la manière souhaitée.

Note 2 à l'article: Un BPCS peut habituellement mettre en œuvre différentes fonctions (p. ex.: fonctions de commande de processus, surveillance, et alarmes).

Note 3 à l'article: L'abréviation "BPCS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "basic process control system".

[SOURCE: IEC 61511-1:2016, 3.2.3]

3.1.5**logiciel de base**

logiciel qui contient, au minimum, les dalles graphiques, les alarmes et points de commutation du niveau de base, le verrouillage de base et la commande analogique

Note 1 à l'article: Dans le cas des boucles de sécurité, il convient d'inclure tout point de commutation de sécurité qui ne figure pas dans la base de données de base.

3.1.6**mise en service à froid**

phase au cours de laquelle se déroulent les activités associées aux essais et à l'exploitation des équipements ou des installations, en utilisant des milieux d'essai tels que l'eau ou des substances inertes, avant que tout produit chimique soit introduit dans le système

3.1.7**système de commande**

système qui réagit à des signaux d'entrée provenant du processus et/ou d'un opérateur et qui produit des signaux de sortie qui font que le processus fonctionne de la manière souhaitée

Note 1 à l'article: Le système de commande comprend des capteurs et des éléments terminaux et peut être soit un BPCS, soit un SIS ou une combinaison des deux.

[SOURCE: IEC 61511-1:2016, 3.2.10]

3.1.8

essai d'acceptation en usine

FAT

activité, y compris l'examen et les essais, menée pour démontrer que le système d'automatisation, le sous-système ou les composants sont conformes à la spécification et sont généralement réalisés dans les usines du fournisseur

Note 1 à l'article: L'abréviation "FAT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "factory acceptance test".

3.1.9

essai d'intégration en usine

FIT

activité, y compris l'examen et les essais, menée dans les usines du fournisseur pour démontrer que la fusion des différents sous-systèmes et composants en un système d'automatisation global est conforme à la spécification

Note 1 à l'article: L'abréviation "FIT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "factory integration test".

3.1.10

schéma de fonction

description graphique des fonctions E&I du système de commande

Note 1 à l'article: Voir l'IEC 62708 et la série IEC 61131.

3.1.11

spécification de conception fonctionnelle

spécification qui énumère les exigences de fonctionnement pour un système de commande (c'est-à-dire ce que le système fait, pas comment il le fait)

3.1.12

mise en service à chaud

phase au cours de laquelle se déroulent les activités associées aux essais et à l'exploitation des équipements ou des installations, en utilisant le produit chimique de processus réel, avant d'effectuer un essai de production réel

3.1.13

installateur

entreprise qui installe ou a installé le système, le sous-système ou le composant d'automatisation sur le site

3.1.14

spécification d'instrument

fiche technique contenant toutes les données E&I essentielles concernant le balisage, la fonction, la description, l'étendue de mesure, l'exactitude, l'emplacement, les données de processus, les données des appareils, etc.

Note 1 à l'article: Voir l'ISA-TR20.00.01 pour des exemples de spécifications d'instrument.

3.1.15

boucle

ensemble du matériel et du logiciel nécessaires pour travailler ensemble au mesurage, à la communication et/ou à la commande d'une variable de processus

Note 1 à l'article: La boucle comprend tous les composants et fonctions associés, y compris le capteur, la logique, la commande, l'organe de commande et l'IHM.

3.1.16**schéma de boucle**

représentation des fonctions matérielles ou logicielles de base, ou des deux, d'une boucle de commande au moyen de symboles graphiques

Note 1 à l'article: Un schéma de boucle représente l'équipement dans son ordre topologique et le câblage, bornes comprises.

Note 2 à l'article: Voir l'IEC 62708 et l'ISA-5.4.

3.1.17**liste des boucles**

tableau de toutes les boucles avec références de balisage, de fonction, de description de service et de PID

3.1.18**maître d'ouvrage**

entreprise qui exploite les installations de production dans lesquelles le système d'automatisation est ou sera installé

3.1.19**préparation à la mise en service**

phase au cours de laquelle se déroulent les activités de réglage hors fonctionnement, de vérifications d'alignement à froid, de nettoyage et d'essais des machines

3.1.20**système instrumenté de sécurité****SIS**

système instrumenté utilisé pour mettre en œuvre une ou plusieurs SIF

Note 1 à l'article: Un SIS se compose de n'importe quelle combinaison de capteur(s), d'unité(s) logique(s) et d'élément(s) terminal(aux) (par exemple, voir l'IEC 61511-1:2016, Figure 6). Il inclut également des équipements de communication et auxiliaires (par exemple, câbles, tuyauterie, alimentation, lignes d'impulsion, réchauffage des conduites).

Note 2 à l'article: Un SIS peut inclure le logiciel.

Note 3 à l'article: Un SIS peut inclure une action humaine dans le cadre d'une SIF.

Note 4 à l'article: L'abréviation "SIS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "safety instrumented system".

[SOURCE: IEC 61511-1:2016, 3.2.67, modifié – Dans la Note 3 à l'article, la Figure 6 et la référence à l'ISA TR84.00.04:2015, partie 1 ont été omises.]

3.1.21**essai d'acceptation sur site****SAT**

activité, y compris l'examen et les essais, menée sur le site de l'installation, pour démontrer que l'installation du système d'automatisation, de tout sous-système ou de tout composant est conforme aux normes, codes, spécifications et instructions d'installation applicables

Note 1 à l'article: L'abréviation "SAT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "site acceptance test".

3.1.22**essai d'intégration sur site****SIT**

activité, y compris l'examen et les essais, menée sur le site de l'installation pour démontrer que la fusion des différents sous-systèmes et composants en un système d'automatisation global est achevée et que tous les composants fonctionnent ensemble conformément à la spécification

Note 1 à l'article: L'abréviation "SIT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "site integration test".

3.1.23

démarrage

jalon qui marque la fin de la mise en service à froid ainsi que la mise en marche formelle des équipements de processus menant à la production

3.1.24

fournisseur

fabricant, distributeur ou intégrateur de systèmes du système, du sous-système ou du composant d'automatisation

3.2 Abréviations

Les abréviations suivantes sont utilisées (pour les termes non définis):

DCS	(distributed control system) système à commande distribuée
E&I	(electrical and instrument) systèmes électriques et instruments de fonctionnement
HART	(highway addressable remote transducer) capteur sur bus adressable à distance
IHM	interface homme/machine
HVAC	(heating, ventilation and air conditioning) chauffage, ventilation et climatisation
E/S	entrée et sortie
MCC	(motor control center) plateforme de commande des moteurs
P&ID	(piping (or process) and instrument diagram) schéma de tuyauterie (ou de processus) et d'instrumentation
PLC	(programmable logic controller) automate programmable
SIF	(safety instrumented function) fonction instrumentée de sécurité

4 Calendrier de contrôle de boucle

Les contrôles de boucle sont effectués pour vérifier le bon fonctionnement de toutes les boucles avant la mise en service d'une nouvelle usine ou d'une modification d'usine. Ils suivent l'installation de tous les composants de la boucle et les contrôles de fonctionnalité du système de commande après l'installation sur le terrain. Ces contrôles de fonctionnalité doivent être réalisés conformément à l'IEC 62381. Dans l'idéal, les contrôles de boucle ont lieu lors de la phase de préparation à la mise en service du calendrier.

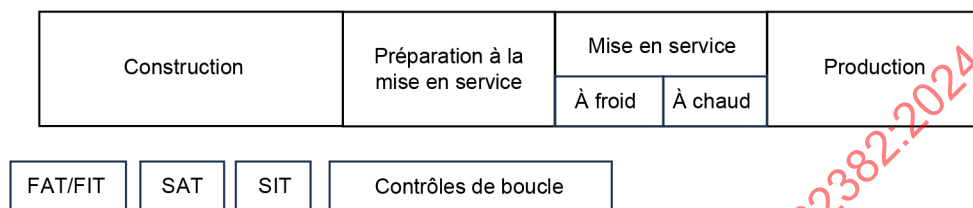
En règle générale, cependant, les contrôles de boucle commencent lorsqu'une boucle est achevée et établie comme étant prête pour le contrôle, même si cet achèvement survient pendant la phase de construction. Le maître d'ouvrage ou son représentant désigné doit déterminer les conditions préalables avant de commencer le contrôle de boucle. Le contrôle de boucle peut considérablement empiéter sur la phase de construction.

Le contrôle de boucle constitue le dernier contrôle systématique d'un système de commande pour assurer que:

- tous les documents de boucle (schémas de boucle, fiches de contrôle de boucle, etc.) sont à jour et disponibles;
- l'ensemble des appareillages et des équipements ont été livrés conformément aux spécifications de conception;
- l'installation s'est déroulée conformément aux documents techniques; et
- toutes les boucles fonctionnent comme cela est prévu.

Le bon fonctionnement de toutes les boucles doit être vérifié avant de passer à la phase de mise en service du projet. Les contrôles de boucle constituent un contrôle qualité de la conception technique, de l'appareillage et de l'équipement associé fournis, ainsi que de leur installation. Les principales activités liées aux boucles à la phase de mise en service qui suit le contrôle de boucle sont l'ajustement des boucles et la vérification de tous les autres fonctionnements de boucles et des schémas de commande.

La Figure 1 donne une représentation générale d'une partie du calendrier d'un projet s'étendant de la construction à la production au moment des contrôles du système de commande décrits dans l'IEC 62381 et des contrôles de boucle décrits dans le présent document. L'industrie et les spécificités d'un projet peuvent faire varier la séquence relative de chaque essai.



IEC

Figure 1 – Phases de projet et essais E&I

5 Contenu du contrôle de boucle

5.1 Activités incluses

5.1.1 Généralités

Le contrôle de boucle inclut les éléments suivants d'une boucle.

- Composants matériels – vérification de la fonctionnalité et de l'interopérabilité des éléments suivants:
 - tous les composants d'une boucle, situés sur le terrain, dans la salle de commande ou dans d'autres pièces (par exemple, la salle des racks), leur configuration et leur interconnexion;
 - cartes d'entrée et de sortie du système de commande; et
 - connexions de la boucle à d'autres systèmes.
- Logiciels – vérification de la configuration et de la fonctionnalité des éléments suivants:
 - dalles et écrans;
 - alarmes, y compris la plage et le point de consigne des alarmes analogiques et le déclenchement de toutes les alarmes conformément à la liste des alarmes;
 - commande (algorithme de commandes correct configuré, réglage direct ou inverse); et
 - verrouillage.

Le contrôle de boucle utilise les écrans et dalles du système de commande. Les entrées et sorties peuvent être connectées non seulement au BPCS, mais aussi au SIS et à d'autres sous-systèmes. Elles sont toutes surveillées et affichées à l'opérateur sur le BPCS.

5.1.2 Phases du contrôle de boucle

Le contrôle de boucle effectif comprend les trois phases suivantes (pour plus d'informations, voir l'Article 6):

- Contrôle de la documentation
Vérifier la complétude et la cohérence des documents de boucle, y compris les éventuels documents résultant de l'installation ou du FAT.
- Contrôle de l'installation
Examen visuel de la bonne installation et du bon balisage des dispositifs de boucle.
- Contrôle de fonctionnement
La configuration et le fonctionnement de tous les composants de la boucle (matériels et logiciels) sont vérifiés.

5.1.3 Défauts

Lors du contrôle de boucle, les trois types de défauts suivants peuvent être constatés:

- Défaillances d'installation
Écarts par rapport au matériel spécifié ou à l'installation (installation incorrecte, mauvais instruments, etc.). Il convient que l'installateur résolve ces problèmes.
- Défaillances de configuration
Écarts entre la configuration du logiciel et la spécification fonctionnelle du logiciel. Il convient que l'entité responsable de la programmation du système de commande résolve ces problèmes.
- Défaillances d'ingénierie et de conception
Écarts à soupçonner lorsque, malgré l'installation des instruments désignés conformément aux dessins applicables, la fonctionnalité souhaitée ne peut pas être réalisée (par exemple, en raison d'un dessin ou d'une spécification incorrect(e), etc.). Il convient que l'entité responsable de l'ingénierie du projet résolve ces problèmes.

La conception du processus peut présenter d'autres défauts, mais cela ne peut être déterminé qu'après le démarrage du processus.

5.2 Activités exclues

Le contrôle de boucle ne comprend pas les activités ci-dessus.

- activités d'essai dont la réalisation n'exige pas l'achèvement de la construction:
 - essais de logiciels à l'aide d'outils de simulation; et
 - autres essais d'acceptation en usine réalisés dans les usines du fournisseur ou d'autres parties;
- autres activités de vérification de logiciel (FAT, etc.);
- construction détaillée et inspections mécaniques réalisées pendant la phase de construction:
 - essai de câbles lors de la construction (essai à haute tension, mesure de résistance d'isolement, etc.); et
 - contrôles de câblage de point à point;
- essais de fonctionnement interne des équipements autonomes (c'est-à-dire les sous-unités de traitement, les machines, les analyseurs complexes, etc.);

NOTE Seuls les essais d'E/S de ces appareils sont compris dans l'essai de boucle.

- validation des systèmes instrumentés de sécurité;
- essai de la sécurité des réseaux et des systèmes;

- systèmes industriels d'exécution, contrôle de procédés avancé, essais pour les industries réglementées;
- activités appartenant à la phase de mise en service: ajustement des boucles, de l'instrument et des schémas de commande (par exemple, étalonnage des transmetteurs de niveau par remplissage des réservoirs, vérification des schémas de commande complexes, ajustement des schémas de commande continue).

6 Procédure de contrôle de boucle

6.1 Planification du contrôle de boucle

La planification du contrôle de boucle commence par une liste complète de toutes les boucles à vérifier. Il peut s'agir de boucles nouvellement installées ou de boucles existantes en cours de modification. L'essai ou les essais à effectuer sur chaque boucle et les critères d'acceptation doivent ensuite être établis. L'Annexe A fournit des exemples d'essais en boucle qui peuvent aider l'utilisateur à élaborer un plan d'essai spécifique pour les boucles du projet.

Il convient de rassembler toute la documentation associée aux boucles à vérifier. Elle peut comprendre les éléments énumérés ci-dessous:

- index des instruments fournissant des informations pertinentes pour tous les instruments;
- liste des boucles;
- dessins P&ID du projet;
- spécification de conception fonctionnelle;
- schémas de fonction (boucle unique ou multiple);
- plans d'emplacement des instruments et des équipements;
- pour chaque boucle d'appareil à vérifier:
 - schéma de boucle;
 - document d'étalonnage de l'instrument;
 - fiche de spécification de l'instrument pour chaque dispositif de la boucle; et
 - fiche de contrôle de boucle pour documenter les contrôles;
- pour chaque boucle de moteur:
 - schéma de boucle;
 - schéma élémentaire du moteur, schéma unifilaire, plan d'alimentation et de commande;
 - fiche de contrôle de boucle pour documenter les contrôles; et
 - fiches de contrôle du moteur remplies, documentant les contrôles effectués sur l'installation du moteur;
- liste des verrouillages du BPCS avec des descriptions détaillées des verrouillages et réglages des déclenchements; et
- liste des alarmes du BPCS avec tous les réglages et actions des alarmes.

Lorsque les contrôles de boucle exigent la participation ou l'assistance d'un spécialiste (par exemple, le représentant du fournisseur d'un ensemble d'équipements ou d'un composant spécialisé), il convient de prendre des dispositions préalables pour que cette personne puisse participer aux contrôles de boucle.

6.2 Exécution du contrôle de boucle

6.2.1 Contrôle de la documentation

Le contrôle de la documentation comprend les activités suivantes.

- La vérification de la boucle doit d'abord établir que toute la documentation relative à cette boucle est disponible et cohérente. Lorsque la boucle fait l'objet d'une attention ou d'une importance particulière (par exemple, boucle de sécurité, de qualité, environnementale ou autre), il convient que la documentation relative à cette boucle soit correctement étiquetée ou identifiée en conséquence.
- La documentation associée doit, au minimum, comprendre un schéma de boucle, ainsi qu'une spécification contenant toutes les données d'étalonnage et de fonctionnement nécessaires pour vérifier le bon fonctionnement de la boucle.

6.2.2 Inspection visuelle

L'inspection visuelle comprend les activités suivantes.

L'installation de chaque composant de la boucle doit être contrôlée visuellement par rapport aux documents afin d'assurer que les bons instruments ont été installés et que l'installation est conforme aux spécifications matérielles, ainsi qu'aux dessins de l'installation. Les contrôles visuels doivent inclure ce qui suit:

- la bonne installation des vannes et des débitmètres est contrôlée en tenant compte du sens de circulation du fluide;
- l'appareillage local peut être facilement lu;
- tous les éléments de la boucle sont disponibles, accessibles, étiquetés et installés avec ordre et propreté (y compris câbles, fils, boîtes de jonction, panneaux, baies, racks), en prenant en considération leur maintenance;
- le balisage des composants et des fils est clair, lisible et sans équivoque (absence de risque de mauvaise interprétation);
- les éléments de terrain sont convenablement protégés des dommages mécaniques ou environnementaux; et
- vérifier l'emplacement de l'instrument par rapport au modèle, le cas échéant.

L'infrastructure de soutien suivante doit également faire l'objet d'un contrôle visuel pour vérifier que l'installation est complète et correcte, notamment pour vérifier que les éléments suivants sont bien installés et étiquetés:

- les boîtes de jonction, les panneaux, les baies, les racks et tous les raccordements de câbles,
- la tuyauterie et les tubes de l'instrument;
- l'alimentation en air de l'instrument;
- l'alimentation électrique et les blocs d'alimentation; et
- les réseaux câblés et sans fil.

6.2.3 Conditions préalables au contrôle de fonctionnement

Tout problème affectant les performances de la boucle doit être résolu avant de mettre la boucle sous tension et d'effectuer les contrôles de boucle. Avant d'effectuer les contrôles de boucle, le dernier micrologiciel et la dernière configuration doivent être téléchargés sur les dispositifs intelligents et le BPCS, le SIS ou tout autre système impliqué dans ce contrôle doit être installé et son SAT achevé. Tous les éléments en suspens des contrôles précédents qui peuvent affecter les performances de la boucle doivent être résolus. L'étalonnage de tous les dispositifs doit être réalisé avant d'effectuer les contrôles de boucle.

6.2.4 Contrôle de fonctionnement

Les contrôles de fonctionnement des boucles peuvent être effectués par groupes logiques (par exemple, par zone de traitement ou par rack de raccordement du système de commande) ou au fur et à mesure qu'elles deviennent disponibles après leur installation. Il convient que l'équipe de projet définisse la méthode et l'ordre effectifs des vérifications avant le début du contrôle de boucle.

Le contrôle de fonctionnement a pour but de faire fonctionner tous les composants d'une boucle pendant la durée d'un essai et de vérifier le fonctionnement individuel ou conjoint des composants. La vérification par parties d'une boucle n'est pas considérée comme un contrôle de fonctionnement de boucle et ne doit pas remplacer ce contrôle.

Pendant le contrôle de fonctionnement d'une boucle, les contrôles doivent vérifier le fonctionnement de chaque composant dans des conditions de défaillance, l'action du composant en cas de défaillance correspond-elle à l'action de sécurité intrinsèque exigée du composant, et l'action de la boucle en cas de défaillance d'un composant correspond-elle à l'action de sécurité intrinsèque exigée de la boucle?

6.3 Essais complémentaires – Boucles associées à la qualité et à la sécurité

Il convient que toutes les boucles identifiées par le maître d'ouvrage comme des boucles pertinentes pour la qualité (importantes pour la qualité de la production) et pour les mesures de sécurité (importantes pour la sécurité) soient soumises à un nouveau contrôle après un contrôle de boucle concluant, à titre de contre-vérification du bon fonctionnement. Il convient que ce contrôle porte également sur la boucle et tous ses composants et soit effectué par des personnes différentes de celles qui ont effectué le contrôle initial.

6.4 Contrôles de boucle partiels

Tous les composants d'une boucle doivent être soumis ensemble à l'essai pour confirmer le bon fonctionnement de la boucle. En raison des livrables du projet ou d'autres questions de calendrier, il peut être décidé de soumettre une boucle à l'essai par segments au moyen de deux ou plusieurs essais en boucle partiels, afin d'identifier les problèmes ou de confirmer le fonctionnement. Cette approche peut être utilisée mais ne remplace pas l'exigence de soumettre ensemble à l'essai tous les composants d'une boucle avant que cette boucle ne soit mise en service.

Traditionnellement, ces essais sont réalisés à l'aide de méthodes manuelles. Avec les systèmes et les appareils d'essai modernes, certains de ces essais peuvent également être réalisés à l'aide de méthodes automatisées, en fonction de la capacité de l'appareil. Lorsque des méthodes automatisées sont utilisées, il incombe à l'organisme d'essais de démontrer que les essais automatisés couvrent complètement tous les aspects automatisés du plan d'essai et qu'ils sont validés.

6.5 Après achèvement des contrôles de boucle

L'état final de chaque boucle après l'achèvement de la vérification des boucles doit être sécurisé pour assurer qu'il n'y a pas de modifications ou d'interventions ultérieures dans le matériel ou le logiciel. Un nouveau contrôle complet doit être effectué pour toute boucle qui a été modifiée (matériel ou logiciel) ou déconnectée après des contrôles de boucle concluants.

7 Documentation des contrôles de boucle effectués

7.1 Documentation

Il convient que la documentation des contrôles de boucle réalisés contienne au minimum les éléments suivants.

- Feuilles de contrôle de boucle – Les résultats de chaque contrôle de boucle doivent être entièrement documentés sur une feuille de contrôle de boucle prévue à cet effet. L'Annexe B fournit un exemple de feuille de contrôle de boucle qui peut être utilisée pour différentes boucles. Il convient que l'installation et la configuration des composants d'une boucle soient aussi entièrement documentées sur la feuille de contrôle de boucle lorsqu'elles ne le sont pas déjà. La documentation de tous les défauts constatés lors des contrôles de boucle doit être faite sur la feuille de contrôle de boucle. Les défauts peuvent se trouver au niveau des documents, de l'installation ou du fonctionnement de la boucle.
- Documents marqués – Dessins marqués ou "ligne rouge" ou autres documents relatifs à la boucle reflétant l'état final des composants de la boucle tels qu'ils ont été installés.
- Rapports d'essai ou certificats d'essai – Tous les rapports d'essai ou les certificats de la phase de construction (par exemple, contrôles point à point, contrôles de la rotation, du câblage et de l'isolation du moteur).
- Liste des points résiduels – Il convient que la documentation relative au contrôle de boucle comprenne également une liste des points résiduels énumérant tous les défauts constatés et indiquant la façon dont ils ont été résolus.

7.2 Résultats du contrôle de boucle

Les résultats des essais de boucles doivent être indiqués sur la feuille de contrôle de boucle, sur un tableau des boucles, ou sur les deux, à vérifier comme suit:

- P = Concluant (correct lors du contrôle);
- F = Échec (non concluant lors du contrôle; lorsque le contrôle de boucle aboutit à un Échec, le problème doit être clairement décrit, et l'intervention de l'équipe d'ingénierie peut être exigée); ou
- PR = Concluant après réparation (réparation par l'équipe de vérification/réparation exigée avec une description claire du travail à effectuer).

8 Assurance qualité

Les rapports d'essai sont rédigés de manière à ce que tous les points pertinents soient traités au moins une fois.

La qualité est favorisée par les mesures suivantes:

- le contrôle de boucle est toujours réalisé de la même façon (indépendamment de la personne qui procède à l'essai);
- les rapports d'essai sont mis à jour en fonction des dernières informations; et
- les personnes qui réalisent les essais, et éventuellement les témoins, le représentant du maître d'ouvrage, ou les deux, apposent leur signature pour confirmer qu'un contrôle de boucle complet respecte les procédures d'essai et les critères d'essai.

9 Questions de sécurité

Pour les installations de sécurité, des listes de contrôle et plans de travail supplémentaires sont créés, en plus de la procédure de contrôle de boucle normale. Ces documents décrivent généralement une procédure de contrôle très détaillée; ils sont répétés à intervalles réguliers après le début de la production.