

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 550

Première édition — First edition
1977

Interface entre commandes numériques et machines industrielles

Interface between numerical controls and industrial machines



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 550

Première édition — First edition
1977

Interface entre commandes numériques et machines industrielles

Interface between numerical controls and industrial machines



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Généralités	6
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Objet	6
2. Définitions	6
2.1 Commande numérique	6
2.2 Interface	6
3. Spécifications générales pour les raccordements de l'interface	8
3.1 Raccordement des blindages	8
3.2 Cheminement et espacement des câbles	8
3.3 Spécification des câbles	10
4. Recommandations et spécifications pour le groupe I de l'interface	10
4.1 Isolement entre commande numérique et commandes de moteur à thyristors	10
4.2 Raccordement entre les circuits de commande et les circuits de puissance	10
4.3 Servovalves hydrauliques	10
4.4 Signaux de tension pour l'ordre de vitesse	12
4.5 Mise sous tension des asservissements	12
5. Recommandations et spécifications pour le groupe II de l'interface	12
5.1 Blindage des raccordements	12
5.2 Cheminement des câbles de raccordement	12
5.3 Informations à fournir par le constructeur de la commande numérique	14
6. Recommandations et spécifications pour le groupe III de l'interface	14
6.1 Alimentation de la commande numérique	14
6.2 Raccordement au réseau	14
6.3 Alimentation séparée des commandes à thyristors	14
6.4 Protection contre les surintensités	16
6.5 Immunité aux perturbations électriques d'origine externe	16
6.6 Protection contre les émissions de parasites (à l'étude)	16
6.7 Circuit de protection	16
7. Recommandations et spécifications générales pour le groupe IV de l'interface	16
7.1 Terminaisons et connecteurs	16
7.2 Entrées	18
7.3 Sorties	18
7.4 Alimentation pour les circuits d'entrée et de sortie	20
7.5 Suppression des pointes de tension sur les circuits de sortie de la commande numérique	22
8. Signaux obligatoires ou nécessaires appartenant au groupe IV de l'interface	22
8.1 Signaux d'entrée obligatoires pour l'inhibition d'opérations	22
8.2 Signaux d'entrée de la commande numérique nécessaires au fonctionnement	26
8.3 Signaux de sortie de la commande numérique à la machine, nécessaires au fonctionnement	28
9. Signaux auxiliaires et divers appartenant au groupe IV de l'interface	30
9.1 Mode impulsionnel	30
9.2 Mode maintenu	30
9.3 Valeurs des intervalles de temps	30
10. Exemples de signaux facultatifs appartenant au groupe IV de l'interface	32
10.1 Commande numérique prête à déplacer un axe	32
10.2 Autorisation de déplacer les axes (X, Y, Z, etc.)	32
10.3 Arrêt en fin de bloc	32
10.4 Mise en position d'origine de la commande numérique	34
FIGURE 1 — Relations entre la commande numérique, l'équipement de commande et la machine	36
FIGURE 2 — Groupe I de l'interface: commandes de vitesse	38
FIGURE 3 — Groupe IV de l'interface: signaux TOUT-OU-RIEN	40
FIGURE 4 — Exemples d'ordre divers, tels que ceux adressés par M, S ou T et leurs intervalles de temps	42

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. General	7
1.1 Scope	7
1.2 Object	7
2. Definitions	7
2.1 Numerical control	7
2.2 Interface	7
3. General requirements for interface connections	9
3.1 Connection of shielding	9
3.2 Routing and spacing of cables	9
3.3 Specification of cables	11
4. Recommendations and requirements for Group I interface	11
4.1 Isolation between numerical control and thyristor motor drives	11
4.2 Connections between control and power circuits	11
4.3 Hydraulic servo-valves	11
4.4 Velocity command voltage signals	13
4.5 Servo-energization	13
5. Recommendations and requirements for Group II interface	13
5.1 Shielding of connections	13
5.2 Routing of connections	13
5.3 Information from numerical control builder	15
6. Recommendations and requirements for Group III interface	15
6.1 Power supply for the numerical control	15
6.2 Connection to the supply network	15
6.3 Independent supply for thyristor drives	15
6.4 Protection against overcurrents	17
6.5 Immunity to externally generated electrical interference	17
6.6 Protection against emission of interference (under consideration)	17
6.7 Protective circuit	17
7. General recommendations and requirements for Group IV interface	17
7.1 Terminations and connectors	17
7.2 Inputs	19
7.3 Outputs	19
7.4 Power supply for input and output circuits	21
7.5 Suppression of transient voltages on outputs of the numerical control	23
8. Compulsory or necessary signals in Group IV interface	23
8.1 Compulsory input signals for inhibiting operations	23
8.2 Input signals to the numerical control necessary for operation	27
8.3 Output signals from the numerical control to the machine necessary for operation	29
9. Auxiliary and miscellaneous signals in Group IV interface	31
9.1 Pulsed mode	31
9.2 Maintained mode	31
9.3 Time interval values	31
10. Examples of optional signals in Group IV interface	33
10.1 Numerical control is ready to move an axis	33
10.2 Permission for axes to move (X, Y, Z, etc.)	33
10.3 Block stop	33
10.4 Align numerical control	35
FIGURE 1 — Relations between the numerical control, the control equipment and the machine	37
FIGURE 2 — Group I of the interface: velocity controls	39
FIGURE 3 — Group IV of the interface: ON/OFF signals	41
FIGURE 4 — Examples of timing for miscellaneous commands such as those addressed by M, S or T	43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INTERFACE ENTRE COMMANDES NUMÉRIQUES
ET MACHINES INDUSTRIELLES**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 44: Equipement électrique des machines industrielles, en coopération avec l'ISO.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Munich en 1973. A la suite de cette réunion, un projet, document 44(Bureau Central)36, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1974. Des modifications, document 44(Bureau Central)40, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en novembre 1975.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Pays-Bas
Allemagne	Pologne
Australie	Portugal
Belgique	Roumanie
Danemark	Royaume-Uni
Espagne	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Israël	Turquie
Italie	Union des Républiques
Japon	Socialistes Soviétiques

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications N°s 204-1: Equipement électrique des machines-outils,
 Première partie: Equipement électrique des machines d'usage général.
- 204-2: Deuxième partie: Equipement électrique des machines introduites dans les chaînes de production
 en grande série.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INTERFACE BETWEEN NUMERICAL CONTROLS
AND INDUSTRIAL MACHINES**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 44, Electrical Equipment of Industrial Machines, in co-operation with ISO.

A first draft was discussed at the meeting held in Munich in 1973. As a result of this meeting, a draft, Document 44(Central Office)36, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1974. Amendments, Document 44(Central Office)40, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in November 1975.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Portugal
Belgium	Romania
Czechoslovakia	South Africa (Republic of)
Denmark	Spain
France	Sweden
Germany	Switzerland
Israel	Turkey
Italy	Union of Soviet
Japan	Socialist Republics
Netherlands	United Kingdom
Poland	United States of America

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publication Nos. 204-1: Electrical Equipment of Machine-tools,
Part 1: Electrical Equipment of Machines for General Use.
- 204-2: Part 2: Electrical Equipment of Machines used in Large Series Production Lines.

INTERFACE ENTRE COMMANDES NUMÉRIQUES ET MACHINES INDUSTRIELLES

1. Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente norme s'applique à l'interface entre commandes numériques (voir les explications à l'article 2) et l'équipement électrique de machines industrielles à commande numérique.

1.2 *Objet*

L'objet de cette norme est de fournir des spécifications concernant l'interface entre la commande numérique et les autres parties de l'équipement électrique de la machine de façon à:

- a) assurer la sécurité du personnel et des biens;
- b) normaliser toutes les fonctions obligatoires (et quelques autres) dans la mesure où elles garantissent la sécurité d'utilisation des équipements provenant de différents constructeurs;
- c) définir certains signaux traversant l'interface, faire des recommandations pour normaliser leurs caractéristiques électriques et aussi recommander des méthodes de raccordement et d'installation.

2. Définitions

2.1 *Commande numérique*

La commande numérique est la partie de l'équipement électrique et électronique qui reçoit, sous une forme numérique, des ordres provenant d'une bande perforée ou d'autres types d'ordre d'entrée, et aussi des informations sur la position de certains éléments de la machine. La commande numérique interprète certaines de ces données numériques pour prescrire une nouvelle position des éléments de la machine et donner les ordres appropriés de direction et de vitesse. La commande numérique interprète aussi certaines autres données numériques comme un ordre de vitesse, de fonctions discrètes, d'actions, etc.

2.2 *Interface*

L'interface est constitué dans la réalité par les raccordements entre la commande numérique, d'un côté, et, de l'autre côté, la machine et son équipement électrique de commande.

Zones fonctionnelles de l'interface

La figure 1, page 36, montre les zones de l'interface entre la commande numérique, la machine et l'équipement de commande de la machine, qui constituent «l'interface entre commande numérique et machine».

L'interface est divisé fonctionnellement en quatre groupes (ou types) de raccordement (voir la figure 1). La composition des groupes ne dépend pas de la disposition des enveloppes; elle est aussi bien valable lorsque l'équipement de conduite de la machine et la commande des moteurs sont physiquement séparés que lorsque l'un ou l'autre ou les deux se trouvent dans l'enveloppe de la commande numérique.

INTERFACE BETWEEN NUMERICAL CONTROLS AND INDUSTRIAL MACHINES

1. General

1.1 Scope

This standard applies to the interface between numerical controls (for explanations, see Clause 2) and the electrical equipment of industrial machines which are commanded by numerical controls.

1.2 Object

The purpose of this standard is to provide specifications for an interface between a numerical control and the other electrical equipment associated with the machine with the following objectives:

- a) to ensure the safety of personnel and property;
- b) to standardize all compulsory features (and some others) to the extent necessary for the safe use of equipment from different manufacturers;
- c) to define certain signals going through the interface, to make recommendations for standardizing their electrical characteristics and also to recommend methods of connection and installation.

2. Definitions

2.1 Numerical control

The numerical control is the electrical and electronic equipment that receives commands in digital form from perforated tape or other types of input, as well as positional information of certain elements of the machine. The numerical control interprets certain of these numbers as requirements for new positions of the machine elements and gives appropriate commands of direction and velocity. The numerical control also interprets certain other numbers as a command of velocity, of discrete functions, of actions, etc.

2.2 Interface

The interface consists physically of the connections between the numerical control on the one hand and on the other hand the machine and the machine control electrical equipment.

Functional areas of interface

Figure 1, page 37, shows the areas of interface between the numerical control, the machine and the machine control equipment that are defined as "machine/numerical control interface".

The interface is divided functionally into four groups (or types) of connections (see Figure 1). The composition of the groups does not depend on the arrangement of enclosures; they are valid in both cases, when machine control and motor drives are physically separate, and when either or both are in the enclosure of the numerical control.

2.2.1 Groupe I — Ordres de mouvements

Circuits de raccordement pour les ordres de vitesse ou d'indication d'erreur et circuits de raccordement de la commande numérique aux commandes de vitesse (voir la figure 2, page 38).

Ce groupe comprend en particulier les circuits de raccordement aux servovalves hydrauliques et aux moteurs à courant continu qui sont utilisés pour actionner les axes commandés numériquement ou les broches de la machine. Les circuits de raccordement de commande de vitesse et les sorties vers les moteurs sont également compris.

2.2.2 Groupe II — Circuits de raccordement aux systèmes de mesure et transducteurs de mesure

Circuits de raccordement pour la mesure de position sur les axes linéaires et les axes de rotation et la mesure d'orientation de broche; aussi pour d'autres transducteurs de mesure associés à la commande numérique, tels que les signaux de commande adaptables. Ce groupe comprend les raccordements pour les tensions associées d'excitation et d'alimentation ainsi que les signaux des générateurs tachymétriques raccordés directement à la commande numérique.

2.2.3 Groupe III — Circuits d'alimentation et de protection

Circuits de raccordement et méthode recommandée pour raccorder la commande numérique et les différentes parties au circuit de protection et au réseau d'alimentation.

2.2.4 Groupe IV — Signaux TOUT-OU-RIEN et signaux codés

Signaux TOUT-OU-RIEN, aussi bien obligatoires que facultatifs, entre la commande numérique et la machine (voir les figures 3 et 4, pages 40 et 42) et autres signaux ne faisant pas partie des groupes I, II et III.

3. Spécifications générales pour les raccordements de l'interface

3.1 Raccordement des blindages

Le blindage des câbles doit être raccordé au châssis ou au circuit de protection dans la commande numérique. Le constructeur de la commande numérique est responsable de ces raccordements, ou doit indiquer leur emplacement exact si, exceptionnellement, ils doivent être exécutés en dehors de la commande numérique.

L'utilisateur ne doit raccorder le blindage en aucun autre point à une structure métallique, ni par aucun autre chemin au châssis ou au circuit de protection, sauf par accord du constructeur de la commande numérique.

Le blindage doit avoir une continuité électrique depuis la commande numérique jusqu'à la terminaison éloignée avec un minimum de longueur de connexion sans blindage.

Le blindage ne doit pas être utilisé comme raccordement ni comme élément conducteur de courant entre les dispositifs situés aux extrémités de ce câble.

Tous les câbles blindés doivent être isolés extérieurement pour éviter un contact accidentel avec toute autre partie métallique. Cette isolation extérieure doit assurer une protection mécanique du câble ou être recouverte d'une protection mécanique additionnelle à une ou plusieurs couches.

3.2 Cheminement et espacement des câbles

Lorsque des câbles de différents groupes cheminent parallèlement dans une même canalisation, et aussi à leur point de raccordement à la commande numérique, ils doivent être séparés par une distance suffisante et/ou un blindage doit être ajouté pour réduire les effets d'interférence mutuelle à une valeur insignifiante. En variante, chaque groupe doit avoir son

2.2.1 Group I — Drive commands

Connections commanding velocity or indicating servo error, and connections from the numerical control to motor velocity controls (see Figure 2, page 39).

This group includes in particular the connections to hydraulic servo-valves and to d.c. motors which are used for driving numerically controlled axes or machine spindles. It also includes the connections for velocity commands and outputs to the motors.

2.2.2 Group II — Interconnections with measurement systems and measuring transducers

Connections for measurement of position on linear and rotary axes and of spindle orientation; also for other measuring transducers associated with the numerical control, such as adaptive control signals. This group includes the connections for associated excitation and supply voltages, also tacho-generator signals when these are connected directly to the numerical control.

2.2.3 Group III — Power supply and protective circuit

Connections and recommended procedures for connecting the numerical control and the various parts to the protective circuit and to the main power supply system.

2.2.4 Group IV — ON/OFF and coded signals

ON/OFF signals, both compulsory and optional, interchanged between the numerical control and the machine (see Figures 3 and 4, pages 41 and 43) and other signals not belonging to Groups I, II and III.

3. General requirements for interface connections

3.1 Connection of shielding

The shielding of cables shall be connected to the frame or to the protective circuit at the numerical control. The numerical control builder shall be responsible for these connections or shall indicate exactly their location if they are, as an exception, to be made outside the numerical control.

The user shall not connect the shielding at any other point to any metallic structure, nor by any alternative route to the frame or to the protective circuit, except by agreement of the numerical control builder.

The shielding shall have electrical continuity from the numerical control to the remote termination with the length of unshielded cable connection kept to a minimum.

The shielding shall not be used as a connection nor as a current-carrying element between the devices at each end of the cable.

All shielded cables shall be externally insulated to prevent accidental contact with any other metallic parts. This outer insulation shall either afford mechanical protection of the cable or it shall be additionally covered with a mechanically protective outer layer or layers.

3.2 Routing and spacing of cables

Where conductors from different groups run parallel to each other in the same raceway and also at their points of connection to the numerical control, they shall be separated by a sufficient distance and/or additional shielding shall reduce mutual interference effects to an insignificant level. Alternatively, each group shall have its own shield. It shall be the

propre blindage. Le constructeur de la commande numérique a la responsabilité de fournir les directives permettant de satisfaire à cette prescription.

Le constructeur de la commande numérique doit indiquer s'il est nécessaire de grouper séparément et de blinder les circuits d'entrée et ceux de sortie des raccordements du groupe IV.

Dans le cas des câbles du groupe II, le raccordement à chaque appareil de mesure doit être blindé séparément.

Des exceptions à ce paragraphe sont autorisées pour les raccordements des groupes I et II si leurs extrémités à la machine sont rapprochées, s'ils sont en relation fonctionnelle et s'il s'agit de signaux à faible niveau. Des exemples spécifiques sont les signaux pour l'ordre de vitesse, comme les signaux de tension pour les commandes de moteurs à courant continu et les signaux de courant pour les servovalves hydrauliques. Ces liaisons peuvent être associées à celles des transducteurs de mesure.

3.3 *Spécification des câbles*

Le constructeur de la commande numérique doit recommander les types de câbles blindés propres à être utilisés avec la commande numérique. Ceux-ci doivent avoir une gaine de protection isolante autour du blindage et posséder une résistance mécanique convenable aux contraintes mécaniques. Sauf spécification contraire, les fils intérieurs doivent être torsadés en paires ou groupes à un pas recommandé d'un tour complet par 15 mm ou moins. L'isolation et la division des conducteurs doivent convenir à l'utilisation et aux contraintes mécaniques.

4. **Recommandations et spécifications pour le groupe I de l'interface**

(Signaux de commande de vitesse, voir la figure 2, page 38.)

4.1 *Isolement entre commande numérique et commandes de moteur à thyristors*

A l'intérieur d'une commande de moteur à thyristors, il ne doit pas y avoir de raccordements électriques entre le circuit de puissance du moteur et la commande numérique, à l'exception de ceux spécifiés au paragraphe 4.2. Les raccordements au conducteur de protection doivent être exécutés conformément au paragraphe 6.7.

Les raccordements pour les signaux d'ordre de vitesse entre la commande numérique et les commandes à thyristors des moteurs d'axe peuvent ou non renfermer une connexion du potentiel de référence zéro (voir les figures 2b et 2a). La commande à thyristor doit toujours être insensible aux entrées à mode commun entre ses bornes d'entrée et le châssis.

Lorsque des transistors sont utilisés au lieu de thyristors, ce paragraphe n'est pas applicable.

4.2 *Raccordement entre les circuits de commande et les circuits de puissance*

Le constructeur de la commande du moteur doit garantir qu'aucune liaison électrique intentionnelle de résistance inférieure à 20 k Ω n'existe entre le circuit de commande et le circuit de puissance (thyristor), à l'exception des connexions communes au circuit de protection. Cela comprend les dispositifs de mesure des courants d'induit.

Toute défaillance de la commande d'un moteur ne doit pas endommager la commande numérique.

4.3 *Servovalves hydrauliques*

Il est recommandé aux constructeurs de la commande numérique de fournir des courants

responsibility of the numerical control builder to give the advice necessary to fulfil this requirement.

The numerical control builder shall advise if it is necessary to group separately and shield the inputs and outputs of the Group IV connections.

In the case of Group II cables, connections to each measuring device shall be shielded separately.

Exceptions to this sub-clause are permitted in relation to connections of Groups I and II when their terminations at the machine are in proximity and they are functionally related and are low level signals. Specific examples are velocity command signals, such as voltage signals to d.c. motor drives and current signals to hydraulic servo-valves. Either of these may be associated with connections to measuring transducers.

3.3 *Specification of cables*

The numerical control builder shall recommend types of shielded cable suitable for use with the numerical control. These shall have an insulating cover over the shield and have suitable resistance to mechanical damage. Unless otherwise specified, the interior wires shall be in twisted pairs or groups with a recommended pitch of one full turn in 15 mm or less. Insulation and stranding shall be suitable for the purpose and the mechanical duty.

4. **Recommendations and requirements for Group I interface**

(Velocity command signals, see Figure 2, page 39.)

4.1 *Isolation between numerical control and thyristor motor drives*

Inside a motor control with thyristors, there shall be no electrically conductive connection between the power circuit of the motor and the numerical control except as specified in Sub-clause 4.2. Connections to the protective conductor shall be in accordance with Sub-clause 6.7.

Connections for the velocity command signals from the numerical control to the thyristor drives for axis motors may or may not comprise a zero-reference potential connection (see Figures 2b and 2a). The thyristor drive shall always be insensitive to common-mode inputs between its input terminals and the frame.

Where transistor switching devices are used rather than thyristors, this sub-clause does not apply.

4.2 *Connections between control and power circuits*

The manufacturer of the motor drive shall ensure that no intentional electrical path under 20 k Ω resistance exists between the control and power (thyristor) circuits, except for any common connections to the protective circuit. This includes any means for measuring motor armature current.

Any breakdown in the drive shall not have any damaging effect on the numerical control.

4.3 *Hydraulic servo-valves*

The numerical control builder is recommended to provide for output currents proportional

de sortie proportionnels à la vitesse de la machine ou, en variante, d'informer le constructeur de la machine des dispositifs appropriés pour la conversion de tension en courant. Sauf spécification contraire, la commande numérique doit être capable de fournir des courants jusqu'à un maximum de $\pm 0,7$ A à ± 8 V ou $\pm 0,3$ A à ± 15 V.

4.4 *Signaux de tension pour l'ordre de vitesse*

Ce paragraphe s'applique si les axes de la machine sont commandés par des systèmes asservis proportionnels et si la commande de puissance pour le moteur est à l'extérieur de la commande numérique. La sortie «erreur de position» de la commande numérique constitue alors un ordre de vitesse de la machine.

Ce paragraphe s'applique également aux ordres de vitesse de rotation des broches de la machine.

4.4.1 Il est recommandé de choisir la vitesse nominale des moteurs pour un signal de ± 10 V de manière que la tension d'ordre pour la vitesse maximale d'utilisation du moteur, en tours par minute, se situe entre 7 V et 10 V. La commande numérique doit fournir une sortie linéairement proportionnelle à la vitesse commandée dans une gamme de vitesses correspondant au contournage sur les commandes d'axes et dans toute la gamme de commandes des broches. Le constructeur de la commande du moteur doit prévoir le nécessaire pour la commande de l'excitation du champ.

4.4.2 L'impédance de sortie de la commande numérique pour les signaux de tension doit être inférieure à 100 Ω .

4.4.3 L'impédance d'entrée de la commande du moteur pour les signaux de tension doit être supérieure à 2 k Ω .

4.5 *Mise sous tension des asservissements*

En fonction de la présence éventuelle de freins, bridages ou arrêts, de la précision et de la stabilité demandées, etc., le constructeur de la commande numérique doit convenir avec le constructeur de la machine* si les boucles d'asservissement des commandes d'axe de la machine restent ou non pleinement excitées quand les axes sont en position.

5. **Recommandations et spécifications pour le groupe II de l'interface**

(Circuits de mesure.)

5.1 *Blindage des raccordements*

Les prescriptions des paragraphes 3.1 et 3.2 doivent être respectées, et du matériel conforme aux dispositions du paragraphe 3.3 doit être utilisé. De plus, les blindages des raccordements à un appareil de mesure où plus d'un câble blindé est utilisé ne doivent pas être raccordés ensemble sur l'appareil.

5.2 *Cheminement des câbles de raccordement*

Le constructeur de la machine doit suivre les prescriptions du paragraphe 3.2, particulièrement en ce qui concerne l'emplacement des câbles des transducteurs de mesure par rapport aux raccordements des charges inductives qui sont interrompues pendant le cycle de la machine et des induits des moteurs commandés par thyristors.

* L'expression «constructeur de la machine» comme utilisée dans cette norme comprend le constructeur de l'équipement électrique de commande de la machine.

to machine velocity or alternatively to advise the machine builder of appropriate voltage-to-current conversion devices. Unless otherwise specified, the numerical control shall be able to supply currents up to a maximum of ± 0.7 A at ± 8 V or ± 0.3 A at ± 15 V.

4.4 *Velocity command voltage signals*

This sub-clause applies when the axes of the machine are driven by proportional servo-systems and the power controller for the motor is physically external to the numerical control. The numerical control output of "position error" then forms a command of machine velocity.

This sub-clause also applies to commands of velocity of rotation of the spindles of the machine.

4.4.1 It is recommended that the motor rated speed for a ± 10 V signal should be chosen so that the voltage command for maximum motor revolutions per minute under the conditions of use lies between 7 V and 10 V. The numerical control shall provide an output that is linearly proportional to the speed commanded, in the range of velocity corresponding to contouring on axis drives, and throughout the range on spindle drives. The manufacturer of the motor drive shall make appropriate provision for control of field energization where necessary.

4.4.2 The output impedance of the numerical control for voltage signals shall be less than $100\ \Omega$.

4.4.3 The input impedance of the motor controller for voltage signals shall be more than $2\ \text{k}\Omega$.

4.5 *Servo-energization*

Depending on the presence of brakes, clamps or detents, on the accuracy and on the rigidity required, etc., the numerical control builder shall agree with the machine builder* whether or not the servo-loops for the machine axis drives remain fully excited when the axes are in position.

5. **Recommendations and requirements for Group II interface** (Measuring circuits.)

5.1 *Shielding of connections*

Sub-clauses 3.1 and 3.2 shall be complied with and materials in accordance with Sub-clause 3.3 shall be used. In addition, where more than one shielded cable is used for connections to a measuring device, the shielding shall not be connected together at the device.

5.2 *Routing of connections*

The machine builder shall follow the requirements of Sub-clause 3.2, particularly concerning the location of the cables from the measuring transducers with regard to connections of inductive loads that are interrupted during the machine cycle and of armatures of thyristor-controlled motors.

*The expression "machine builder" as used in this standard includes the builder (or manufacturer) of the machine control electrical equipment.

5.3 Informations à fournir par le constructeur de la commande numérique

Le constructeur de la commande numérique doit spécifier les types de transducteur qui peuvent être utilisés et il doit faire des recommandations sur les méthodes de raccordement.

6. Recommandations et spécifications pour le groupe III de l'interface

(Alimentation et circuits de protection.)

6.1 Alimentation de la commande numérique

6.1.1 Tensions nominales

Les tensions nominales sont 110 V ou 220 V, 50 Hz, et 115 V ou 230 V, 60 Hz, normalement monophasées. Il est recommandé que la commande numérique soit capable de fonctionner sous les deux fréquences de 50 Hz et de 60 Hz et puisse être adaptée aux tensions 110/115 V et 220/230 V, par exemple par un changement de connexions. Lorsque des équipements différents sont nécessaires pour ces adaptations, cela doit être clairement indiqué par le constructeur de la commande numérique, et le constructeur de la machine doit informer le constructeur de la commande numérique de la fréquence spécifiée par l'utilisateur.

Lorsqu'une de ces tensions normalisées est utilisée, le constructeur de la machine a la responsabilité de fournir la puissance nécessaire pour la commande numérique sous cette tension.

6.1.2 Autres tensions

Après accord entre les constructeurs de la machine et de la commande numérique, cette dernière peut être alimentée directement avec la tension du réseau à la fréquence spécifiée par l'utilisateur. Dans ce cas, la commande numérique peut être équipée d'un transformateur supplémentaire ou être adaptée de façon différente à la tension demandée.

6.1.3 Puissance consommée par la commande numérique

Le constructeur de la commande numérique doit indiquer la puissance nominale en voltampères consommée par la commande numérique (à l'exclusion de la puissance des commandes de moteurs) et inclure ce renseignement sur la plaque signalétique de la commande numérique, selon le paragraphe 3.1.1 de la Publication 204-1 de la CEI: Première partie: Equipement électrique des machines d'usage général.

6.2 Raccordement au réseau

Le transformateur fourni par le constructeur de la machine (selon le paragraphe 6.1.1) ou incorporé dans la commande numérique (selon le paragraphe 6.1.2) est normalement branché entre deux (éventuellement trois) phases. Un branchement entre phase et neutre n'est permis qu'avec l'accord écrit de l'utilisateur.

Dans la commande numérique, aucun pôle de l'alimentation ne doit être connecté au châssis ni au circuit de protection.

6.3 Alimentation séparée des commandes à thyristors

6.3.1 L'alimentation des commandes à thyristors (pour les axes et les broches) ne doit pas être fournie par le même transformateur que celui qui est utilisé pour la commande numérique. Dans la mesure du possible, il est recommandé d'utiliser des conducteurs séparés pour l'alimentation de ces commandes à partir des bornes de sortie du dispositif de sectionnement de l'alimentation (voir le paragraphe 4.4.2 de la Publication 204-1 de la CEI).

5.3 *Information from numerical control builder*

The numerical control builder shall specify the types of transducer that may be used, and he shall make recommendations on methods of connection.

6. **Recommendations and requirements for Group III interface**

(Power supply and protective circuits.)

6.1 *Power supply for the numerical control*

6.1.1 *Rated voltages*

The rated voltages are of 110 V or 220 V, 50 Hz, and 115 V or 230 V, 60 Hz, normally single phase. It is recommended that the numerical control should be able to operate with either of the two frequencies 50 Hz and 60 Hz and to be adapted to the voltages 110/115 V and 220/230 V, for example by changing the connections. If different equipment is necessary for these changes, then this shall be clearly stated by the numerical control builder, and the machine builder shall inform the numerical control builder of the frequency specified by the user.

If one of these standard voltages is used, the machine builder is responsible for supplying the necessary power for the numerical control at that voltage.

6.1.2 *Other voltages*

By agreement between machine and numerical control builders, the numerical control may be supplied directly with the voltage of the supply network at the frequency specified by the user. In this case, the numerical control may be equipped with an additional transformer or otherwise adapted to the required voltage.

6.1.3 *Power consumption of the numerical control*

The numerical control builder shall indicate the nominal power consumption of the numerical control in volt-amperes (excluding that of the drives) and include this information on the numerical control nameplate in accordance with Sub-clause 3.1.1 of IEC Publication 204-1, Part 1: Electrical Equipment of Machines for General Use.

6.2 *Connection to the supply network*

The transformer supplied by the machine builder (according to Sub-clause 6.1.1) or incorporated in the numerical control (according to Sub-clause 6.1.2) is normally connected between two (or possibly three) phases. Connection between phase and neutral is permitted *only* with the written agreement of the user.

In the numerical control, neither pole of the supply shall be connected to the frame or to the protective circuit.

6.3 *Independent supply for thyristor drives*

6.3.1 The power for operating thyristor drives (for the axes and spindles) shall not be supplied from the same transformer as used for the numerical control. It is recommended that, as far as possible, separate conductors be used for supplying such drives from the load terminals of the supply disconnecting device (see Sub-clause 4.4.2 of IEC Publication 204-1).

6.3.2 La consommation de puissance des commandes de moteur doit être indiquée séparément de la consommation de la commande numérique, même si elles sont placées dans la même enveloppe.

6.4 Protection contre les surintensités

La protection contre les surintensités doit être assurée conformément aux paragraphes 5.2, 5.3 et/ou 6.2 de la Publication 204-1 de la CEI.

6.5 Immunité aux perturbations électriques d'origine externe

Les écarts suivants relatifs aux perturbations électriques, constatés dans la tension d'alimentation, ne doivent pas provoquer un mauvais fonctionnement de la commande numérique:

Tension	85% à 110% de la valeur nominale.
Fréquence	$\pm 2\%$ de la valeur nominale.
Harmoniques inférieurs	Somme totale des 2 ^e , 3 ^e , 4 ^e et 5 ^e harmoniques jusqu'à 10% de la valeur efficace de la tension nominale.
Harmoniques supérieurs (6 ^e au 30 ^e)	Somme totale jusqu'à 2% de la valeur efficace de la tension nominale.
Tensions à fréquence radioélectrique	2% de la valeur efficace de la tension nominale dans la gamme de 10 kHz à 10 MHz. La commande numérique doit être insensible aux interférences à fréquence radioélectrique appliquées aussi bien en mode commun qu'en mode différentiel.
Pointe de tension	200% en valeur de crête jusqu'à 1 ms avec un temps de croissance compris entre 0,5 μ s et 500 μ s.
Chutes de tension et coupures de l'alimentation	Réductions de 50% pendant une période entière et, comme événement séparé, alimentation coupée ou réduite à zéro pendant une demi-période, avec des intervalles entre des événements successifs d'au moins une seconde.

6.6 Protection contre les émissions de parasites

A l'étude.

6.7 Circuit de protection

Le raccordement au circuit de protection doit être exécuté conformément à l'article 13 de la Publication 204-1 de la CEI.

7. Recommandations et spécifications générales pour le groupe IV de l'interface

(Signaux TOUT-OU-RIEN, voir la figure 3, page 40. Autres signaux à l'étude.)

Ces recommandations et spécifications s'appliquent à tous les signaux d'entrée et de sortie du groupe IV de l'interface.

7.1 Terminaisons et connecteurs

Pour chaque signal, la commande numérique doit être pourvue d'au moins une terminaison et, en plus, d'un nombre suffisant de terminaisons pour les connexions communes, mais il est recommandé de fournir une paire de terminaisons pour chaque signal. Ces terminaisons

6.3.2 The power consumption of the motor drives shall be indicated separately from the consumption of the numerical control, even if the drives are placed in the same control enclosure.

6.4 Protection against overcurrents

The protection against overcurrents shall be in conformity with Sub-clauses 5.2, 5.3 and/or 6.2 of IEC Publication 204-1.

6.5 Immunity to externally generated electrical interference

The following deviations in electrical interference found in the supply voltage shall not cause the numerical control to malfunction:

Voltage	85% to 110% of rated voltage.
Frequency	$\pm 2\%$ of rated frequency.
Low harmonics	Total sum of 2nd, 3rd, 4th and 5th harmonics up to 10% r.m.s. of rated voltage.
Higher harmonics (6th to 30th)	Total sum up to 2% r.m.s. of rated voltage.
Radio-frequency voltages	2% r.m.s. of rated voltage in the range 10 kHz to 10 MHz. The numerical control shall be immune to radio-frequency interference when applied either in common mode or in differential mode.
Impulse voltage	200% peak voltage up to 1 ms duration with a rise time between 0.5 μ s and 500 μ s.
Voltage drops and interruptions of the supply	Reduction of 50% for one entire supply cycle, and as a separate event, supply disconnected or at zero voltage for a complete half-cycle, with intervals between successive events of at least one second.

6.6 Protection against emission of interference

Under consideration.

6.7 Protective circuit

Connections to the protective circuit shall be in accordance with Clause 13 of IEC Publication 204-1.

7. General recommendations and requirements for Group IV interface

(ON/OFF signals, see Figure 3, page 41. Other signals under consideration.)

These recommendations and requirements apply to all input and output signals of the Group IV interface.

7.1 Terminations and connectors

For each signal, the numerical control shall be provided with at least one termination and in addition a sufficient number of terminations for the common connections, but it is recommended that a pair of terminations should be provided for each signal. These

peuvent être des bornes d'un type convenable ou, au choix, des connecteurs enfichables avec une multiplicité de connexions. Quand la commande numérique est munie de connecteurs enfichables multibroches, le constructeur de la commande numérique doit fournir la partie complémentaire de la prise. De tels connecteurs ne doivent pas être interchangeables avec ceux des circuits de tension plus élevée.

7.2 Entrées

Une tension de signal de 24 V continu, ou de 110/115 V alternatif, peut être utilisée, mais une seule et même tension pour un même équipement. Le constructeur de la commande numérique doit déclarer quel type de signal d'entrée il utilise.

Un côté de chaque circuit d'entrée doit être connecté au côté actif de l'alimentation, l'autre côté à une terminaison individuelle aboutissant dans la commande numérique. A l'intérieur de la commande numérique, l'autre extrémité des circuits d'entrée doit être connectée au côté à potentiel bas de l'alimentation qui est connecté au circuit de protection.

7.2.1 Entrées continues

Il est recommandé que les entrées soient connectées entre le 24 V fourni par la commande numérique et les terminaisons d'entrée de la commande numérique. Ce potentiel continu est présumé être positif par rapport au potentiel de référence commun (ou à la terre), à moins que le constructeur de la commande numérique définisse clairement que la polarité est négative par rapport à la terre.

Le constructeur de la commande numérique doit assurer que le courant parcourant les terminaisons d'entrée est suffisant pour une bonne fiabilité des contacts, par exemple d'au moins 10 mA si les contacts sont exposés à l'atmosphère. Quand le 24 V continu est utilisé, on ne doit pas raccorder en série plus de cinq contacts exposés à l'atmosphère.

7.2.2 Entrées alternatives

Le constructeur de la commande numérique peut accepter des signaux de 110/115 V alternatif entre les terminaisons d'entrée. Un courant minimal de 10 mA en valeur efficace doit être consommé. On ne doit pas raccorder en série plus de huit contacts exposés à l'atmosphère.

7.2.3 Isolement

La partie extérieure à la commande numérique de tels circuits d'entrée ne doit pas avoir de connexions conductrices vers d'autres circuits, ni au conducteur de protection (excepté pour la connexion à l'alimentation si celle-ci est alternative, voir le paragraphe 7.4.2).

7.2.4 Rebondissements des contacts

La commande numérique et la commande de la machine doivent être conçues pour ne pas être affectées par un contact intermittent se produisant dans le temps qui suit immédiatement un changement de signal dans un circuit d'entrée quelconque. L'intervalle d'insensibilité doit être compris entre 5 ms et 10 ms.

Si tous les dispositifs de commande, tels que boutons-poussoirs, capteurs de position, etc., traduisent leur action par des moyens non mécaniques (tels que l'effet Hall), la spécification de ce paragraphe n'a pas besoin d'être suivie, sous réserve d'accord entre les constructeurs de la machine et de la commande numérique.

7.3 Sorties

Les tensions recommandées de sortie de la commande numérique sont 24 V continu ou 110/115 V alternatif. L'utilisation d'autres tensions telles que 220/230 V alternatif est autorisée,

terminations may be terminals of suitable type or alternatively plug connectors with a multiplicity of connections. When the numerical control has multi-pin plug connectors, the numerical control builder shall provide the mating part of the plug. Such connectors shall not be interchangeable with those of higher voltage circuits.

7.2 Inputs

A signal voltage of either 24 V d.c. or 110/115 V a.c. may be used, but only one and the same voltage for one equipment. The numerical control builder shall state which type of input signal is used.

One side of each input circuit shall be connected to the live side of the supply, the other side to an individual termination leading into the numerical control. Inside the numerical control, the other end of the input circuits shall be connected to the low potential side of the supply, which is connected to the protective circuit.

7.2.1 D. C. inputs

It is recommended that inputs be connected between the 24 V supplied by the numerical control and input terminations at the numerical control. This d.c. potential is assumed to be positive referred to the common reference potential (or to earth) unless the numerical control builder clearly states that the polarity is negative to earth.

The numerical control builder shall ensure that the current passing through the input terminations is sufficient for reliable operation of contacts, for example at least 10 mA where contacts are exposed to the atmosphere. When 24 V d.c. is used, not more than five such contacts exposed to the atmosphere shall be connected in series.

7.2.2 A. C. inputs

The numerical control builder may accept signals of 110/115 V a.c. between the input terminations. A minimum current of 10 mA r.m.s. shall be drawn. Not more than eight contacts exposed to the atmosphere shall be connected in series.

7.2.3 Isolation

The part of such input signal circuits outside the numerical control shall have no conductive connection to other circuits, or to the protective conductor (except for the connection to the supply if a.c., see Sub-clause 7.4.2).

7.2.4 Contact bounce

The numerical control and the machine control shall be arranged so as to be unaffected by intermittent contact in any input circuit occurring in the time interval immediately after a change of any signal. This interval of insensibility shall be at least 5 ms but not longer than 10 ms.

If all control devices, such as push-buttons, position sensors, etc., effect their command by non-mechanical means (such as Hall effect), the requirement of this sub-clause need not be fulfilled, subject to agreement between the builders of the machine and of the numerical control.

7.3 Outputs

The recommended output voltages of the numerical control are 24 V d.c. or 110/115 V a.c. The use of other voltages such as 220/230 V a.c. is permitted by agreement between the

sous réserve d'accord entre le constructeur de la commande numérique et le constructeur de la machine. Le constructeur de la commande numérique doit indiquer les valeurs nominales de tension et de courant pour chaque circuit de sortie, selon les paragraphes 7.3.1 et 7.3.2. Un côté de chaque circuit de sortie, c'est-à-dire de chaque charge de sortie, doit être raccordé au côté à potentiel commun (bas) de l'alimentation.

7.3.1 *Dispositifs de coupure électromagnétique*

Les circuits de sortie des dispositifs de coupure utilisant des contacts (par exemple des relais) doivent convenir à la fois pour 24 V continu et 110/115 V alternatif. Le constructeur de la commande numérique doit spécifier les valeurs nominales des charges résistives et inductives pour les deux tensions. Ces valeurs doivent être d'au moins 100 mA sous 24 V continu, et de 1 A sous 110/115 V alternatif, lorsqu'on utilise des charges inductives avec suppression des pointes de tension comme il est indiqué aux paragraphes 7.5 et 7.5.1.

7.3.2 *Dispositifs de coupure statique*

Quand les sorties comportent des dispositifs de coupure statique, le constructeur de la commande numérique doit indiquer pour chaque circuit de sortie la tension de fonctionnement (soit 24 V continu, soit 110/115 V alternatif) et les valeurs des courants minimaux et maximaux en régime permanent. Il doit aussi fournir des données sur les pointes de courant en régime transitoire (par exemple pour les lampes ou les électrovalves).

Le constructeur de la commande numérique est aussi responsable des recommandations sur les dispositifs d'atténuation (ou suppression) utilisés avec des charges inductives (voir le paragraphe 7.5).

7.4 *Alimentation pour les circuits d'entrée et de sortie*

7.4.1 *Basse tension en courant continu*

Tous les circuits d'entrée et de sortie fonctionnant à basse tension en courant continu doivent être alimentés par la commande numérique. Le constructeur de la commande numérique est responsable du raccordement du côté à potentiel commun (bas) de l'alimentation au circuit de protection. Cette connexion doit être indépendante de toutes connexions du système interne de traitement des données de la commande numérique au circuit de protection.

Il est recommandé de raccorder au circuit de protection le côté négatif de la basse tension en courant continu, ce qui sera supposé être réalisé, sauf indication contraire du constructeur de la commande numérique.

La protection contre les surintensités et les raccordements au circuit de protection doivent être conformes aux prescriptions du paragraphe 6.2 de la Publication 204-1 de la CEI.

Le constructeur de la commande numérique doit donner des informations sur le courant nominal du système d'alimentation à basse tension en courant continu et doit faire des recommandations sur l'utilisation correcte des entrées et des sorties.

La basse tension en courant continu fournie par la commande numérique ne peut être employée par le constructeur de la machine pour d'autres usages que les signaux du groupe IV qu'après accord avec le constructeur de la commande numérique.

7.4.2 *Tension à courant alternatif*

Les circuits d'entrée et de sortie fonctionnant en courant alternatif doivent être alimentés par l'équipement de commande de la machine. Le constructeur de la machine doit fournir cette alimentation au moyen d'un transformateur avec enroulements séparés et il est responsable de la protection contre les surintensités et des connexions appropriées au circuit de protection conformément au paragraphe 6.2 de la Publication 204-1 de la CEI.

numerical control builder and the machine builder. The numerical control builder shall state voltage and current ratings for each output in accordance with Sub-clauses 7.3.1 and 7.3.2. One side of each output circuit, i.e. of each output load, shall be connected to the common (low) potential side of the supply.

7.3.1 *Electromagnetic switching devices*

Outputs of switching devices using contacts (e.g. relays) shall be suitable for both 24 V d.c. and 110/115 V a.c. The numerical control builder shall specify ratings for resistive and inductive loads at both voltages. These shall be at least 100 mA at 24 V d.c. and 1 A at 110/115 V a.c., when used with inductive loads, with suppression of transient voltages as in Sub-clauses 7.5 and 7.5.1.

7.3.2 *Static switching*

When outputs with static switching are provided, the numerical control builder shall state for each output the operating voltage (either 24 V d.c. or 110/115 V a.c.) and the minimum and maximum continuous current ratings. He shall also provide data on permissible peak in-rush currents (e.g. for lamps or magnetic valves).

The numerical control builder is also responsible for recommendations on suppression devices for use with inductive loads (see Sub-clause 7.5).

7.4 *Power supply for input and output circuits*

7.4.1 *Low-voltage d.c.*

All input and output circuits operating at low-voltage d.c. shall be supplied by the numerical control. The numerical control builder is responsible for the connection of the common (low) potential side of the supply to the protective circuit. This connection shall be independent of any connection from the internal data processing system of the numerical control to the protective circuit.

It is recommended and it will be assumed unless the numerical control builder states otherwise that the negative side of the low-voltage d.c. is connected to the protective circuit.

The overcurrent protection and the connections to the protective circuit shall be in accordance with Sub-clause 6.2 of IEC Publication 204-1.

The numerical control builder shall give information on current ratings of the low-voltage d.c. supply system and shall make recommendations on the correct use of inputs and outputs.

The low-voltage d.c. supplied by the numerical control can only be used by the machine builder for purposes other than Group IV signals after agreement with the numerical control builder.

7.4.2 *A.C. voltage*

Input and output circuits operating at a.c. shall be supplied from the machine control equipment. The machine builder shall provide this supply by means of a transformer with separate windings, and he shall be responsible for the overcurrent protection and the appropriate connection(s) to the protective circuit in accordance with Sub-clause 6.2 of IEC Publication 204-1.

7.5 *Suppression des pointes de tension sur les circuits de sortie de la commande numérique*

Le constructeur responsable du raccordement des appareils magnétiques aux circuits de sortie de la commande numérique doit fournir les moyens de supprimer les pointes de tension à la coupure du courant dans les circuits inductifs, en accord avec les recommandations du constructeur de la commande numérique. Une telle suppression doit être prévue aussi sur les enroulements des moteurs qui sont mis en marche et arrêtés pendant que la commande numérique est sous tension.

Le dispositif d'atténuation doit être, chaque fois que cela est possible, raccordé à la charge par des conducteurs de longueur minimale. Un dispositif complémentaire peut être nécessaire dans des circonstances spéciales, sur recommandation du constructeur de la commande numérique.

7.5.1 *Spécifications proposées pour les dispositifs d'atténuation*

En l'absence d'autres spécifications de la part du constructeur de la commande numérique, des dispositifs d'atténuation choisis dans la liste suivante doivent être raccordés aux charges inductives :

24 V c.c.	jusqu'à 1 A	varistance 40 V; zener 40 V; 220 Ω et 0,22 μ F; diode
24 V c.c.	1 à 3 A	varistance 40 V; zener 40 V; 100 Ω et 1 μ F; diode
110/115 V c.a.	1 à 3 A	varistance 300/350 V; 100 Ω et 0,47 μ F
220/230 V c.a.	1 A	varistance 500/600 V; 220 Ω et 0,22 μ F
380/440 V c.a.	pour moteurs: circuits à résistance-capacité ou varistances convenables.	

Notes 1. — «Varistance» signifie résistance à variation intrinsèque non linéaire en fonction de la tension.

2. — Les diodes ralentissent davantage la retombée des appareils magnétiques que les autres dispositifs.

3. — Les valeurs nominales des condensateurs doivent être compatibles avec le service demandé.

4. — Dans certains cas d'utilisation en alternatif avec des dispositifs statiques, le constructeur de la commande numérique peut autoriser l'omission des dispositifs d'atténuation.

8. **Signaux obligatoires ou nécessaires appartenant au groupe IV de l'interface**

Cet article décrit les signaux d'entrée et de sortie de la commande numérique qui doivent être fournis par le constructeur de la commande numérique et employés par le constructeur de la machine.

Les niveaux de tension et de courant de tous les signaux doivent être conformes aux prescriptions des paragraphes 7.2 et 7.3.

Trois catégories de signaux doivent être fournies:

- les signaux d'entrée de la commande numérique pour inhiber une opération et pour protéger l'opérateur et la machine (paragraphe 8.1);
- les signaux d'entrée de la commande numérique nécessaires au fonctionnement (paragraphe 8.2);
- les signaux de sortie de la commande numérique à la machine, nécessaires au fonctionnement (paragraphe 8.3).

8.1 *Signaux d'entrée obligatoires pour l'inhibition d'opérations*

L'inhibition d'une opération doit être signalée à la commande numérique par l'ouverture du circuit d'entrée raccordé aux terminaisons fournies pour ce signal.

7.5 *Suppression of transient voltages on outputs of the numerical control*

The builder responsible for connecting magnetic devices to the output of the numerical control shall be responsible for providing suppression of transient voltages at interruption of current into an inductive load, in accordance with the recommendations of the numerical control builder. Suppression shall also be provided on the windings of motors that are started and stopped while the numerical control is energized.

The suppression device shall, whenever practical, be connected to the load by the minimum wiring length. Additional suppression may be needed in special circumstances, on the recommendation of the numerical control builder.

7.5.1 *Proposed specifications for suppression devices*

Unless otherwise specified by the numerical control builder, devices chosen from the following list shall be connected across inductive loads:

24 V d.c.	up to 1 A	varistor 40 V; zener 40 V, 220 Ω and 0.22 μ F; diode
24 V d.c.	1 to 3 A	varistor 40 V; zener 40 V; 100 Ω and 1 μ F; diode
110/115 V a.c.	1 to 3 A	varistor 300/350 V; 100 Ω and 0.47 μ F
220/230 V a.c.	1 A	varistor 500/600 V; 220 Ω and 0.22 μ F
380/440 V a.c.	for motors:	suitable resistor-capacitor networks or varistors.

Notes 1. — "Varistor" denotes resistor with inherent non-linear variability, voltage dependent.

2. — Diodes slow down the release of magnetic devices to a greater extent than the other devices.

3. — The capacitor rating should be suitable for this duty.

4. — In certain cases of operation from a.c. with solid-state devices, the numerical control builder may allow the omission of suppression devices.

8. **Compulsory or necessary signals in Group IV interface**

This clause describes the input and output signals of the numerical control which shall be provided by the numerical control builder and used by the machine builder.

The voltage and current levels of all signals shall be in accordance with Sub-clauses 7.2 and 7.3.

Three categories of signals shall be provided:

- a) Input signals to the numerical control to inhibit operation and to protect the operator and the machine (Sub-clause 8.1).
- b) Input signals to the numerical control necessary for operation (Sub-clause 8.2).
- c) Output signals of the numerical control to the machine, necessary for operation (Sub-clause 8.3).

8.1 *Compulsory input signals for inhibiting operations*

An inhibiting operation shall be signalled to the numerical control by interrupting the input circuit connected to the terminations provided for this signal.

La commande numérique doit toujours accepter ces signaux dans les 10 ms qui suivent et doit leur répondre correctement en priorité par rapport à tous les autres signaux pendant tout le temps où elle est en service.

Lorsque plus d'un bouton ARRÊT ou INHIBITION est disponible pour la même fonction sur une machine avec commande numérique, ces boutons doivent être soit raccordés en série, soit raccordés par l'intermédiaire d'un dispositif «sûr en cas de défaut», normalement excité.

8.1.1 Arrêt d'urgence

Le dispositif d'arrêt d'urgence conforme au paragraphe 4.4.1 de la Publication 204-1 de la CEI doit arrêter la machine indépendamment de la commande numérique. Il doit annuler n'importe quel ordre de mouvement venant de la commande numérique.

Note. — Seulement sur accord spécial entre les constructeurs de la commande numérique et de la machine, la commande numérique peut ordonner une décélération contrôlée et rapide du mouvement des pièces (tournantes). Dans ce cas, l'ordre d'arrêt direct (indépendant de la commande numérique) peut être différé pour permettre la décélération ordonnée par la commande numérique, mais ce délai ne doit pas être plus long qu'il n'est nécessaire et en aucun cas plus long qu'une ou quelques secondes.

Le signal ARRÊT D'URGENCE doit provoquer une réponse de la commande numérique qui soit de préférence la même que sur ordre ARRÊT D'AVANCE, c'est-à-dire qu'il n'est pas recommandé de mettre la commande numérique hors tension.

La commande numérique doit cesser de donner d'autres ordres de mouvement, même après la remise sous tension de la machine.

La remise en service normal de la machine est faite par des dispositifs fournis par le constructeur de la machine pour la faire démarrer. Si la commande numérique n'est pas en mode MANUEL (voir le paragraphe 8.3.3), la machine doit rester immobilisée jusqu'à ce que le signal DÉPART CYCLE ait été donné à la commande numérique.

Si l'action de l'ARRÊT D'URGENCE a été faite à un moment ou dans des conditions telles que la commande numérique a perdu la position d'origine, le démarrage de la commande numérique doit comprendre un cycle complet de MISE EN POSITION D'ORIGINE de la commande numérique pour rétablir la corrélation correcte entre la commande numérique et la position mesurée de la machine.

Le signal ARRÊT D'URGENCE doit être donné à la commande numérique par l'ouverture d'un circuit d'entrée de la commande numérique, conformément au paragraphe 7.2. Ce circuit doit être électriquement isolé du dispositif d'arrêt d'urgence de la machine (voir la figure 3, page 40).

Un bouton-poussoir à tête rouge, en forme de champignon avec un accrochage (mécanique) doit être monté sur la commande numérique et prévu pour être raccordé dans le circuit du dispositif d'arrêt d'urgence de la machine.

8.1.2 Arrêt d'avance

L'objet de ce signal est d'arrêter le mouvement des axes aussi vite que possible, avec le pouvoir de reprendre l'opération sans perte de données.

La spécification minimale est que la commande numérique sorte les ordres d'arrêt pour les mouvements de tous les axes de la machine qui sont contrôlés par la commande numérique et que la commande numérique cesse de fournir d'autres ordres.

Note. — Par accord spécial avec le constructeur de la machine, une poursuite limitée du mouvement avant l'arrêt peut être permise, par exemple pour une séparation contrôlée de l'outil par rapport à la pièce (conformément au paragraphe 6.7.3 de la Publication 204-2: Deuxième partie: Equipement électriques des machines introduites dans les chaînes de production en grande série).

The numerical control shall always accept these signals within 10 ms and respond correctly to them with priority over all other signals at any time it is operating.

When more than one STOP or INHIBIT button is provided for the same function on a machine with a numerical control, these buttons shall be either connected in series or connected via normally energized "fail safe" devices.

8.1.1 *Emergency stop*

The emergency stopping device according to Sub-clause 4.4.1 of IEC Publication 204-1 shall stop the machine independently of the numerical control. It shall override any command of motion from the numerical control.

Note. — Only upon special agreement between numerical control and machine builders, the numerical control may command a controlled and rapid deceleration of moving (rotating) parts. In this case, the direct stop command (independent of the numerical control) may be deferred to allow the deceleration command over the numerical control to be effective, but this delay shall be for only as long as necessary and in no case longer than one or a few seconds.

The EMERGENCY STOP signal shall result in a response of the numerical control which should preferably be the same as on the input of FEED HOLD, i.e. it is not recommended to switch off the numerical control.

The numerical control shall cease to give further commands of motion even after the machine energization has been restored.

The normal operation of the machine is restored by the devices provided by the machine builder to start the machine. If the numerical control is not in the MANUAL mode (see Sub-clause 8.3.3), the machine shall remain immobilized until the signal CYCLE START has been given to the numerical control.

If the operation of the EMERGENCY STOP has taken place at a time or in conditions such that the numerical control has become misaligned, the starting of the numerical control shall depend on the completing of an ALIGN cycle of the numerical control to restore the correct relationship of the numerical control and the measured position of the machine.

The signal EMERGENCY STOP shall be given to the numerical control by interrupting an input circuit of the numerical control in accordance with Sub-clause 7.2. This circuit shall be electrically insulated from the circuit of the emergency stopping device of the machine (see Figure 3, page 41).

A red mushroom-head push-button with a (mechanical) latch shall be mounted on the numerical control, provided for connection into the circuit of the emergency stopping device of the machine.

8.1.2 *Feed hold*

The object of this signal is to stop the movement of the axes as quickly as possible, together with the ability to restore operation without loss of data.

The minimum requirement is that the numerical control gives out commands of stop for the motions of all axes of the machine which are controlled by the numerical control, and that the numerical control ceases to give out any further commands.

Note. — By special agreement with the machine builder, a limited continuation before stopping may be permitted, for example for a controlled separation of the tool from the work (according to Sub-clause 6.7.3 of IEC Publication 204-2, Part 2: Electrical Equipment of Machines Used in Large Series Production Lines).

Un bouton-poussoir ayant cette fonction doit être prévu dans chaque installation, normalement par le constructeur de la commande numérique. Cette dernière doit toujours être équipée de terminaisons pour une commande à distance.

Le constructeur de la commande numérique doit spécifier les autres réponses de cette commande dans chaque mode opératoire de la commande numérique et il doit fournir des renseignements sur la méthode de redémarrage de la commande numérique.

Une sortie pour signaler que l'entrée ARRÊT D'AVANCE a été effectuée est recommandée, mais n'est pas obligatoire.

8.1.3 *Fin de course*

La spécification minimale veut qu'un signal provenant de n'importe quelle fin de course d'un axe quelconque de la machine, contrôlé par la commande numérique, provoque l'action de l'ARRÊT D'AVANCE.

De préférence, le constructeur de la machine fournit et installe les contacts de fin de course requis. Indépendamment de cela, il doit se conformer au paragraphe 6.5.3 de la Publication 204-2 de la CEI et prévoir une sécurité de dépassement de course intervenant sur la commande de la machine ou sur les dispositifs coupant la puissance sur les commandes de moteur des axes.

Le signal CYCLE EN MARCHÉ reste activé.

Le constructeur de la commande numérique doit fournir des renseignements sur la méthode de redémarrage de la commande numérique. Un signal de sortie pour indiquer la condition «fin de course» n'est pas obligatoire.

8.1.4 *Autorisation d'entrée de nouvelles données*

Le constructeur de la commande numérique doit prévoir cette entrée quand des fonctions auxiliaires sont utilisées (par exemple M, S, T, voir l'article 9). Pour un équipement n'utilisant pas de fonctions auxiliaires, elle est facultative.

Quand le circuit d'entrée est interrompu, la commande numérique doit — après que les instructions du bloc en cours ont été sorties — cesser de fournir d'autres ordres.

Il est recommandé que le constructeur de la machine utilise un signal résultant du changement d'une fonction auxiliaire (telle que M, S, T) pour révoquer cette autorisation et la rétablir seulement après que les ordres de la commande numérique ont été exécutés sur la machine.

8.2 *Signaux d'entrée de la commande numérique nécessaires au fonctionnement*

L'inhibition d'actions doit être signalée à la commande numérique par l'ouverture d'un circuit d'entrée, et les ordres par la fermeture d'un circuit d'entrée raccordé aux terminaisons prévues pour ce signal.

8.2.1 *Départ cycle*

Cet ordre fait démarrer le fonctionnement de la commande numérique dans tout mode de commande numérique (voir le paragraphe 8.3.3). La commande numérique commence à lire et à fournir les instructions contenues dans le ou les blocs suivants d'information de la source de programme (bande) ou dans la donnée provenant d'une introduction manuelle de données.

Quand la commande numérique n'est pas en mode MANUEL-COMMANDE NUMÉRIQUE, le mouvement de n'importe quelle partie accessible de la machine doit être permis seulement après que l'ordre DÉPART CYCLE a été effectué.

A push-button with this function shall be provided in each installation, normally by the numerical control builder. The numerical control shall always provide terminations for remote operation.

The numerical control builder shall specify other results of this command in each mode of operation of the numerical control and he shall provide information on the method of restarting the numerical control.

An output to indicate that the input FEED HOLD has been operated is recommended, but is not compulsory.

8.1.3 *Limit of travel*

The minimum requirement is that a signal from any limit of travel of any numerically controlled axis on the machine shall cause the action of FEED HOLD.

The machine builder preferably provides and installs the limit switches required. He shall continue independently to conform with Sub-clause 6.5.3 of IEC Publication 204-2 and provide overrun limit protection operating on the machine control or on the power switching devices of the axis drives.

The signal IN CYCLE remains energized.

The numerical control builder shall provide information on the method of restarting the numerical control. There is no compulsory output for the limit-of-travel condition.

8.1.4 *Permit entry of new data*

The numerical control builder shall provide this input when auxiliary functions are used (for example M, S, T, see Clause 9). For equipment not using auxiliary functions, it is optional.

When this input circuit is interrupted, the numerical control shall — at the end of the current block of instructions — cease to give out any further commands.

It is recommended that the machine builder should use a signal resulting from the change of the auxiliary functions (such as M, S, T) to remove this permission and restore the permission only after the commands of the numerical control have been executed on the machine.

8.2 *Input signals to the numerical control necessary for operation*

Inhibiting operations shall be signalled to the numerical control by interrupting an input circuit, and commands by the closure of an input circuit connected to the terminations provided for this signal.

8.2.1 *Cycle start*

This command initiates operation in any numerical control mode (see Sub-clause 8.3.3). The numerical control starts to read and give out the instructions contained in the next block or blocks of information of a programme source (tape) or in the data from a manual data input.

When not in MANUAL-NUMERICAL CONTROL mode, the movement of any accessible part of the machine shall be allowed only after CYCLE START command has been operated.

Le constructeur de la commande numérique prévoit normalement un bouton-poussoir pour cette fonction et, si nécessaire, les terminaisons pour un bouton sur la machine.

Le signal DÉPART CYCLE doit s'effectuer par une fermeture momentanée du circuit d'entrée d'au moins 10 ms.

8.3 *Signaux de sortie de la commande numérique à la machine, nécessaires au fonctionnement*

Il est recommandé que l'état «sous tension» (activé) du signal soit transmis à la machine par l'excitation des terminaisons prévues pour ce signal.

8.3.1 *Commande numérique prête*

L'objet de ce signal est de permettre que les commandes de moteur de la machine atteignent les conditions de fonctionnement.

Cette sortie de la commande numérique doit être activée quand les tensions d'alimentation et les signaux de mesure essentiels du groupe I ont tous atteint leurs conditions finales de fonctionnement. Un défaut de n'importe laquelle de ces tensions, susceptible de nuire au bon fonctionnement, doit désactiver cette sortie.

Conjointement à l'interruption de ce signal, la commande numérique doit réagir de la même façon qu'à la réception du signal d'entrée ARRÊT D'AVANCE.

8.3.2 *Cycle en cours*

L'objet de ce signal est de fournir une indication sur la situation de fonctionnement de la commande numérique et d'autoriser certaines fonctions de la machine.

Le signal CYCLE EN COURS doit être activé quand l'ordre DÉPART CYCLE a été donné et que la commande numérique est en train d'exécuter les instructions dans un des modes «commande numérique» (voir le paragraphe 8.3.3).

Le constructeur de la commande numérique doit prévoir une indication visuelle de ce signal.

8.3.3 *Indication du mode*

L'objet principal de ce signal est de permettre au constructeur de la machine de prévoir un verrouillage sûr entre le fonctionnement manuel de la machine et le fonctionnement commandé par la commande numérique.

Le signal de sortie MANUEL-COMMANDE NUMÉRIQUE autorise la machine et la commande numérique pour des fonctions telles que «marche par incrément», «avance», «décalage du zéro», etc. Il empêche la commande numérique de fournir des ordres autres que manuels.

Lorsque la sortie MANUEL-COMMANDE NUMÉRIQUE n'est pas sous tension, la sélection des autres modes de commande numérique, dans lesquels des ordres sont donnés à la machine par la commande numérique seulement, doit être autorisée et effective. Les ordres manuels directs, donnés sur la machine, doivent être inhibés. Des exemples de tels modes de commande numérique sont: «automatique», «bloc à bloc», «introduction manuelle de données», etc.

Note. — Il est recommandé qu'un signal de sortie complémentaire au signal MANUEL-COMMANDE NUMÉRIQUE, c'est-à-dire une sortie qui est toujours sous tension quand la sortie MANUEL-COMMANDE NUMÉRIQUE ne l'est pas, autorise les modes de commande numérique énoncés ci-dessus et inhibe les ordres manuels directs sur la machine.

The numerical control builder shall normally provide a push-button for this function and, when requested, terminations for a button on the machine.

The signal CYCLE START shall be a momentary closure of the input circuit for at least 10 ms.

8.3 *Output signals from the numerical control to the machine necessary for operation*

It is recommended that the actuated state of a signal be transmitted to the machine by energizing the terminations provided for that signal.

8.3.1 *Numerical control is ready*

The object of this signal is to allow the power drives on the machine to reach the operating condition.

This numerical control output shall be actuated when the essential internal supply voltages and measurement signals of Group I have all reached their final operating condition. A failure of any of these voltages capable of impairing correct operation shall de-energize this output.

Together with the interruption of this signal, the numerical control shall react in the same way as on reception of the input signal FEED HOLD.

8.3.2 *In cycle*

The object of this signal is to provide remote indication of the operating condition of the numerical control and to allow certain machine functions.

The signal IN CYCLE shall be actuated when the input CYCLE START has been given and the numerical control is executing instructions in one of the numerical control modes (see Sub-clause 8.3.3).

The numerical control builder shall provide a visible indication of this signal.

8.3.3 *Mode indication*

The principal object of this signal is to permit the machine builder to provide safe interlocking between manual and numerically controlled operation of the machine.

The output signal MANUAL-NUMERICAL CONTROL authorizes the machine and the numerical control for such functions as "jog", "power feed", "zero shift", etc. It inhibits the numerical control from giving out other than manual commands.

When this output MANUAL-NUMERICAL CONTROL is *not* energized, the selection of other numerical control modes, in which commands to the machine are given out from the numerical control only, shall be authorized and operative. Direct manual commands at the machine shall be inhibited. Examples of such numerical control modes are: "automatic", "single block", "manual data input", etc.

Note. — It is recommended that an output signal complementary to the signal MANUAL-NUMERICAL CONTROL, i.e. an output which is energized always when MANUAL-NUMERICAL CONTROL is *not* energized, authorizes the above-mentioned numerical control modes and inhibits direct manual commands at the machine.

9. Signaux auxiliaires et divers appartenant au groupe IV de l'interface

Ces signaux et ordres sont lus par la commande numérique à partir de la bande perforée ou d'une autre source de programme ou donnés par entrée manuelle, en particulier adressés par «M» pour les fonctions auxiliaires, par «S» pour les fonctions de vitesse de rotation de la broche ou par «T» pour les fonctions concernant les outils, comme définis dans les normes ISO 1056, 1057, 1058 et 1059. Quand des adresses additionnelles sont utilisées pour des fonctions auxiliaires, l'interface doit aussi, en règle générale, se conformer aux recommandations de ce paragraphe. Lorsque de telles fonctions sont utilisées par le constructeur de la machine, il doit fournir une entrée conforme au paragraphe 7.3 (sorties de la commande numérique). La tension, le courant et la durée de chaque signal s'il appartient au groupe IV, doivent être conformes aux paragraphes 7.2 et 7.3.

Il est recommandé que le constructeur de la commande numérique prévoie des ordres de sortie, soit impulsionnels soit maintenus, selon les besoins du constructeur de la machine; cependant, il est préférable de prévoir des sorties maintenues dans le cas des signaux S.

Si les ordres de sortie appartiennent au groupe IV, il est permis de les présenter sous la forme décimale codée binaire, ou décimale, ou encore totalement ou partiellement codée au format requis par le constructeur de la machine. Le constructeur de la commande numérique doit énoncer ce qui est prévu à cet effet.

Note. — Des spécifications concernant le contenu de ces deux derniers alinéas sont à l'étude à l'ISO. A une date ultérieure, ces alinéas devront être modifiés pour concorder avec l'ISO.

9.1 Mode impulsif (voir la figure 4a, page 42)

Il est obligatoire que le groupe de signaux représentant le nouvel ordre (par exemple un groupe d'ordres codés) soit validé par un signal de sortie séparé issu de la commande numérique. Ce signal de validation doit commencer après un intervalle de temps T2 à partir du lancement du nouveau groupe d'ordres et il doit avoir une durée T3. Le groupe d'ordres doit cesser après un intervalle de temps T4.

Il est permis de fournir un signal additionnel «M, S ou T changera» qui commence avant le nouveau groupe d'ordres par un intervalle de temps T1 et possède une durée T1. Son rôle est d'allouer un temps pour libérer l'équipement de commande de la machine du groupe d'ordres précédent.

9.2 Mode maintenu (voir la figure 4b, page 42)

Dans ce mode, les signaux de sortie du groupe d'ordres sont maintenus.

Le changement de l'état des sorties survient globalement et doit être complété par le début de l'intervalle de temps T2.

Le signal de validation est le même que celui défini au paragraphe 9.1.

9.3 Valeurs des intervalles de temps

	Minimum (recommandé)
T1 délai préparatoire	20 ms
T2 intervalle de prévalidation	20 ms
T3 durée de validation	40 ms
T4 durée de l'impulsion du groupe d'ordres	80 ms

Il est recommandé d'utiliser les temps minimaux indiqués. Ils peuvent être plus longs, mais ils peuvent être réduits seulement sur accord entre le constructeur de la commande numérique et le constructeur de la machine.

9. Auxiliary and miscellaneous signals in Group IV interface

These signals and commands are read by the numerical control from a tape or other programme source or given by manual input, typically addressed by "M" for miscellaneous functions, by "S" for spindle speed functions or by "T" for tool functions, as defined in the ISO Standards 1056, 1057, 1058 and 1059. Where additional addresses are used for auxiliary functions, the interface shall still generally conform with the recommendations of this Sub-clause. When any of these functions are used by the machine builder, he shall provide an input in accordance with Sub-clause 7.3 (outputs of the numerical control). The voltage, current and duration of all signals, when these are of the type Group IV, shall conform with Sub-clauses 7.2 and 7.3.

It is recommended that the numerical control builder provide either pulsed or maintained command outputs, as required by the machine builder; however, in the case of S signals, preferably maintained outputs should be provided.

If the output commands are of Group IV, they are permitted to be in binary coded decimal format, or decimal format, or even partially or fully coded into the format required by the machine builder. The numerical control builder shall state which is provided.

Note. — Requirements covering these last two paragraphs are under consideration by ISO. At a later date, these paragraphs will have to be modified to agree with ISO.

9.1 Pulsed mode (see Figure 4a, page 43)

It is mandatory that the group of signals representing the new command (for example, a coded command group) be validated by a separate output signal of the numerical control. This "validate", or "strobe" signal shall commence after a time interval T2 from initiation of the new command group and it shall have the duration T3. The command group shall terminate after a time interval T4.

It is permitted to provide an additional signal "M, S or T will change" which commences before the new command group by a time interval T1, and has a duration of T1. Its function is to allow time for disengagement of the machine control equipment from the previous command group.

9.2 Maintained mode (see Figure 4b, page 43)

In this mode the output signals of the command group are maintained.

Changes in output occur as a group and shall be completed by the commencement of a time interval T2.

The validate signal (strobe) is the same as in Sub-clause 9.1.

9.3 Time interval values

	Minimum (recommended)
T1 preparatory delay	20 ms
T2 pre-validate interval	20 ms
T3 validate signal	40 ms
T4 command-group duration	80 ms

It is recommended that the indicated minimum times should be used. These may be longer, but any reduction shall be permissible only by agreement between the numerical control builder and the machine builder.

10. Exemples de signaux facultatifs appartenant au groupe IV de l'interface

Ces exemples sont seulement illustratifs et indicatifs. Ils seront remplacés ultérieurement par une norme à l'étude à l'ISO.

Cependant, toutes les entrées et sorties prévues doivent être conformes aux spécifications de l'article 7.

10.1 *Commande numérique prête à déplacer un axe*

Ce signal indique que la commande numérique est prête à donner l'ordre de déplacer l'axe désigné. Il doit exister une sortie indépendante pour chaque axe commandé par la commande numérique. Si ces sorties existent, la commande numérique doit également prévoir les entrées correspondantes, conformément au paragraphe 10.2 (Autorisation de déplacer un axe).

Il est recommandé que l'état excité de la sortie corresponde à la condition «prête à déplacer». Lorsque l'axe a atteint sa nouvelle position, la sortie doit passer en état de désexcitation. Un débridage d'axe ou de table constitue un exemple d'utilisation. Le signal «débridé» issu de la machine est alors utilisé comme entrée conformément au paragraphe 10.2.

10.2 *Autorisation de déplacer les axes (X, Y, Z, etc.)*

Lorsque ce type de signal est prévu, la commande numérique doit être équipée d'entrées indépendantes pour chaque axe. Si les mouvements de différents axes sont coordonnés comme en commande de contournage, l'absence d'une des autorisations s'y rapportant doit inhiber tous les axes coordonnés.

Ce signal d'entrée est associé à la sortie correspondant au paragraphe 10.1. Il doit toujours être effectif en modes de commande numérique et le constructeur de la commande numérique doit définir son état en modes MANUEL-COMMANDE NUMÉRIQUE. Les signaux indiquent à la commande numérique que la machine a satisfait aux demandes de sécurité ou de manœuvre, par exemple, le débridage est effectué ou quelque obstacle physique a été retiré.

Si la commande numérique est équipée de telles entrées, des terminaisons individuelles doivent être fournies pour chaque axe commandé par la commande numérique. Le signal doit être une fermeture de circuit. L'effet du signal est de permettre à la commande numérique de déclencher un mouvement sur cet axe. Une interruption du signal avant que le mouvement soit terminé n'interrompt pas nécessairement le mouvement de l'axe en cours.

10.3 *Arrêt en fin de bloc*

L'objet de l'ARRÊT EN FIN DE BLOC est de permettre à l'utilisateur de la machine de terminer l'opération en un point convenable et sûr du programme.

Il est commandé par la manœuvre d'un commutateur ou d'un bouton-poussoir. Cette manœuvre occasionne l'arrêt de la commande numérique après que les instructions du bloc en cours ont été sorties de la commande numérique et exécutées à la machine. Il peut être raccordé aussi aux circuits de la machine, par exemple comme verrouillage de sécurité pendant un changement d'outil manuel.

Le constructeur de la commande numérique doit prévoir et positionner le bouton-poussoir ARRÊT EN FIN DE BLOC ou, au choix, fournir un commutateur avec en addition une position «bloc à bloc». Il doit fournir aussi les terminaisons pour une commande à distance si le constructeur de la machine le requiert.

Lorsque la commande numérique a exécuté l'ARRÊT EN FIN DE BLOC, le signal CYCLE EN COURS est éteint (voir le paragraphe 8.3.2). La commande numérique doit pouvoir repartir par émission de l'ordre DÉPART DE CYCLE.

10. Examples of optional signals in Group IV interface

These examples are illustrative only and given as an indication. They will be replaced at a later date by a standard under consideration by ISO.

However, all inputs and outputs provided shall be in accordance with all the relevant requirements of Clause 7.

10.1 *Numerical control is ready to move an axis*

This signal indicates that the numerical control is ready to give a command to move the indicated axis. For each axis controlled by the numerical control, there shall be an independent output. If these outputs are provided, the numerical control shall also be provided with the corresponding inputs according to Sub-clause 10.2 (Permission for axes to move).

It is recommended that the energized state of the output should correspond to the "ready to move" condition. When the axis is in its new position, the output shall change back to the de-energized state. An example of this use is to release slide clamps. The signal from the machine "clamps are released" is then used as an input according to Sub-clause 10.2.

10.2 *Permission for axes to move (X, Y, Z, etc.)*

When this type of signal is provided, the numerical control shall provide for independent inputs for each axis. Where the movements of different axes are co-ordinated as in contouring control, the absence of any relevant permission shall inhibit all co-ordinated axes.

This input signal is associated with the output according to Sub-clause 10.1. It shall always be effective in the numerical control modes, and the numerical control builder shall define its status in MANUAL-NUMERICAL CONTROL modes. The signals to the numerical control indicate that the machine has fulfilled safety or operating requirements, e.g. slide clamps are free or some physical obstacle has been removed.

If the numerical control provides such inputs, individual terminations shall be provided for each axis controlled by the numerical control. The signal shall be a circuit closure. The effect of the signal shall be to allow the numerical control to initiate a move on that axis. An interruption of the signal before the move is complete is not necessarily to interrupt an axis motion already in progress.

10.3 *Block stop*

The object of BLOCK STOP is to enable the user of the machine to terminate operation at a convenient and safe point in the programme.

This is commanded by actuating a selector switch or a push-button. When actuated, it causes the numerical control to terminate operation after the current block of instructions has been given out by the numerical control and executed at the machine. It may also be connected in the circuits of the machine, for example as safety interlock during a manual tool change.

The numerical control builder shall provide and locate the BLOCK STOP push-button or alternatively provide a selector switch with, in addition a position "single block". If required by the machine builder, he shall also provide terminations for remote operation.

When the numerical control has executed BLOCK STOP, the signal IN CYCLE (see Sub-clause 8.3.2) is extinguished. The numerical control shall be able to be restarted by activating the command CYCLE START.

10.4 Mise en position d'origine de la commande numérique

Cet ordre d'entrée place la commande numérique en position initiale de mesure pour tous les axes de la machine. Il est fortement recommandé lors de l'emploi d'un système de mesure incrémental.

La méthode de MISE EN POSITION D'ORIGINE doit être l'une des suivantes:

- a) tous les axes sont mis à zéro dans la commande numérique à la position présente de la machine;
- b) tous les axes sont mis dans la commande numérique à une valeur prédéterminée dans la position présente de la machine;
- c) tous les axes sont mis dans la commande numérique au zéro le plus proche du système de mesure à la position présente de la machine.

Le constructeur de la commande numérique doit définir quelle est la méthode employée. Les axes peuvent être mis en position d'origine suivant n'importe quelle séquence ou simultanément.

La mise en position d'origine s'effectue dès que l'ordre est donné. La commande numérique doit inhiber le DÉPART CYCLE jusqu'à ce que la mise en position d'origine soit achevée.

Le signal MISE EN POSITION D'ORIGINE doit être la fermeture du circuit.

La MISE EN POSITION D'ORIGINE peut être commandée par un bouton-poussoir situé sur la commande numérique ou par la fermeture d'un circuit sur la machine après que la machine a été mise en position d'origine.

10.4 *Align numerical control*

This input command sets the numerical control to the initial measuring positions on all axes of a machine. It is strongly recommended when incremental measuring systems are used.

The method of ALIGN numerical control shall be one of the following:

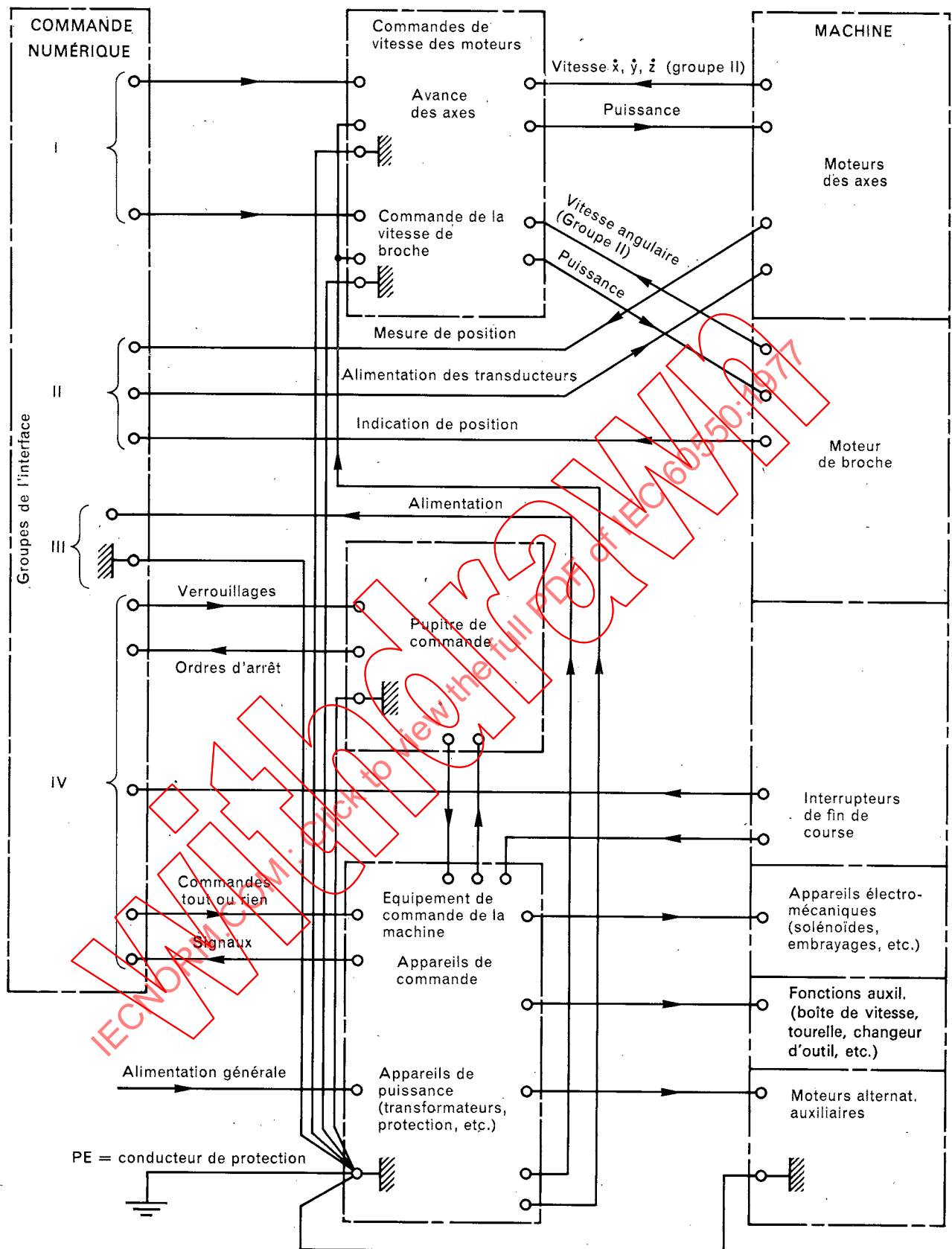
- a) all axes are set to zero in the numerical control at the present position of the machine;
- b) all axes are set to a predetermined value in the numerical control at the present position of the machine;
- c) all axes are set in the numerical control to the nearest null point of the measuring system at the present position of the machine.

The numerical control builder shall state which method is used. The axes may be aligned in any sequence or simultaneously.

When the command is given, the alignment starts. The numerical control shall inhibit CYCLE START until the alignment is completed.

The signal ALIGN shall be a circuit closure.

ALIGN may be commanded by a push-button on the numerical control or by a circuit closure on the machine after the machine has been aligned.



013/77

FIG. 1. — Relations entre la commande numérique, l'équipement de commande et la machine.