

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 $\pm 0,7 \text{ A}$ à $\pm 8 \text{ V}$ ou $\pm 0,3 \text{ A}$ à $\pm 15 \text{ V}$.

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 $\pm 10 \text{ V}$ 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 100Ω .

4.4.3 L'impédance d'entrée de la commande du moteur pour les signaux de tension doit être supérieure à $2 \text{ k}\Omega$.

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.