

C26 - Schéma

- Définitions

Schéma fonctionnel (ou unifilaire) : description graphique d'un équipement par blocs de fonctions et liaisons fonctionnelles.

Schéma électrique (ou multifilaire) : description graphique d'un équipement par composants et câbles de connexions.

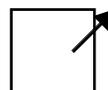
- Symboles généraux des blocs fonctionnels

Un bloc fonctionnel est représenté par un rectangle ou un carré à l'intérieur duquel figure le symbole de la fonction qu'il codifie.

Convertisseur (de toute nature)



Grandeur variable



Sens de propagation de l'énergie ou du signal

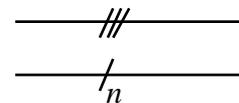


- Liaisons entre blocs fonctionnels

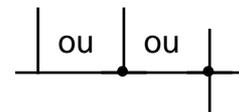
Liaisons électriques



Triphasé, ligne à n voies



Contact électrique (⚠ point obligatoire si contact entre 2 fils ⊥)



Croisement sans contact



Liaison mécanique



- Nomenclature

L1, L2, L3, N, PE : réseau triphasé, Neutre, Liaison à la terre

Q• : sectionneur (• = n°)

S• : interrupteur, commutateur, bouton-poussoir

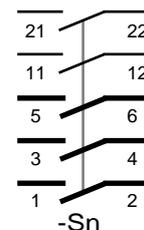
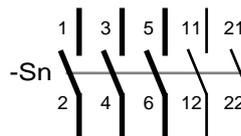
F• : protection (fusible, disjoncteur,...)

T• : transformateur

KM• : contacteur principal

KA• : contacteur auxiliaire

M• : moteur



- Repérage

n : numéro du contacteur

Circuit principal : traits épais, repères à un chiffre

Circuit de commande : trait fin, repères à deux chiffres

• Exemple 1 : alimentation sans coupure

Nom, n°, type de câble :

Rappel (cf §C13) :

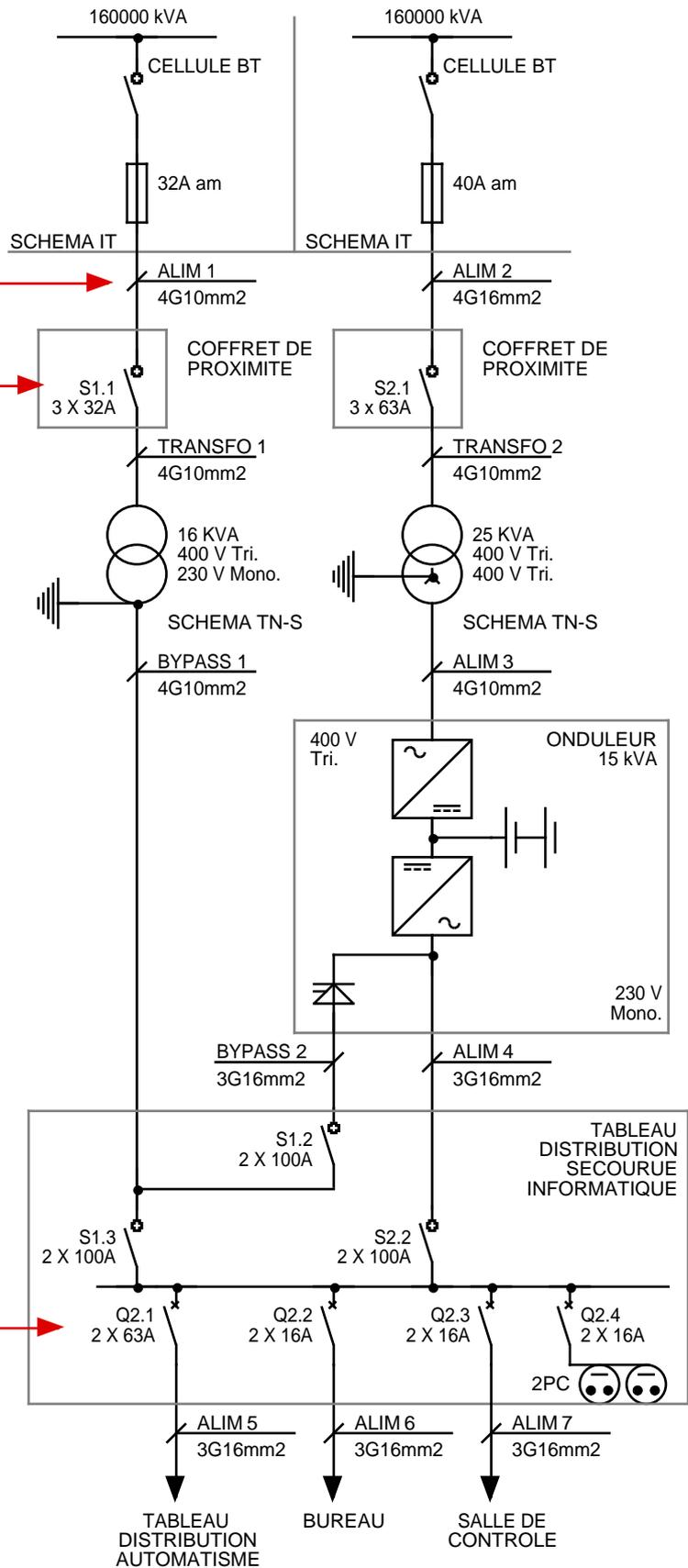
G = présence fil vert/jaune

4G10mm² = 4 conducteurs plus 1

vert/jaune, section 10 mm² chacun

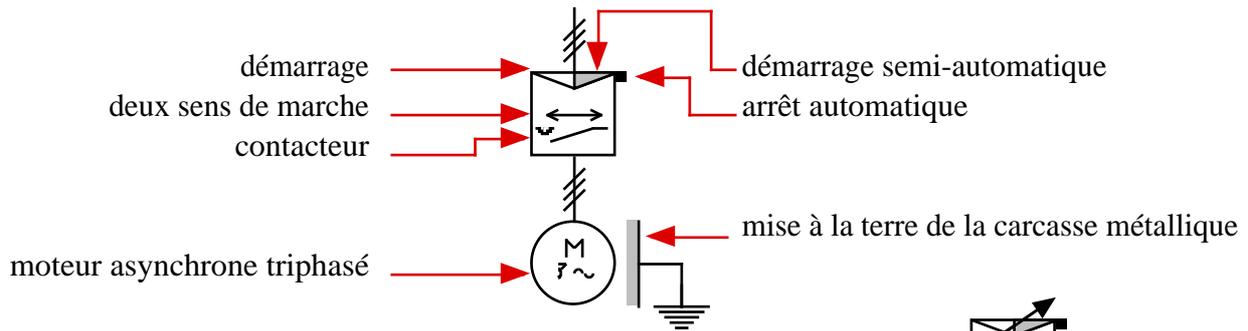
N° et caractéristiques d'interrupteur :

N° et caractéristiques de sectionneur :



• **Exemple 2 : circuit de démarrage de moteur asynchrone triphasé à cage**

Schéma fonctionnel, démarreur direct deux sens de marche (cf §C12). Ref. : Schneider LJ8-K06



Autre solution : démarreur progressif à thyristors (variation de tension par gradateur) :

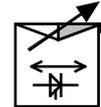


Schéma électrique

Q1 : Sectionneur et disjoncteur magnéto-thermique 3 pôles. Bouton à deux positions stables : coup de poing (arrêt d'urgence) et rotatif (réarmement)

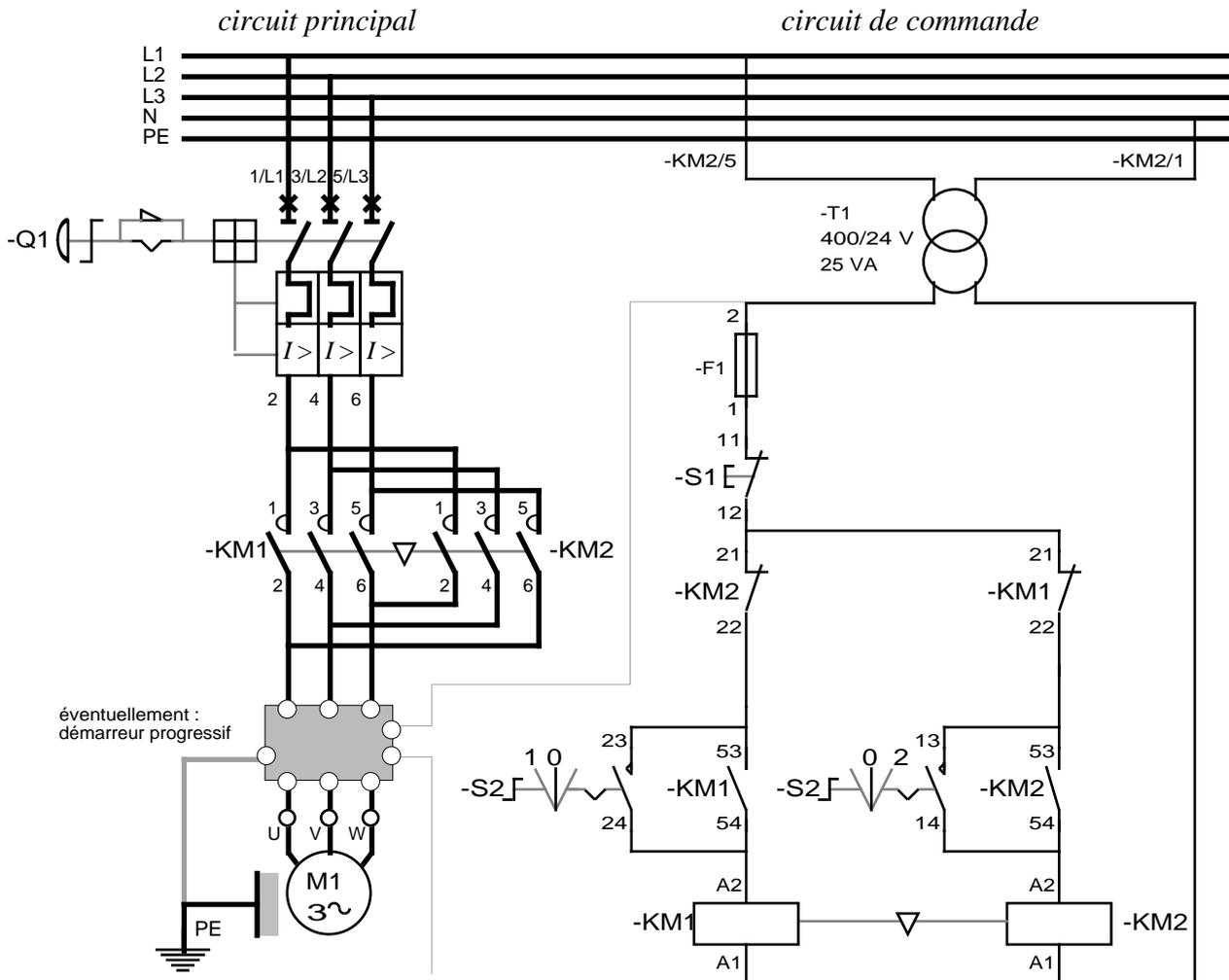
KM1 & KM2 : Contacteurs 3 pôles avec verrouillage mécanique entre KM1 et KM2

S1 : Bouton-poussoir arrêt

S2 : Bouton-tournant "1-2" à positions non maintenues (marche sens 1 & 2) et retour automatique en position médiane stable.

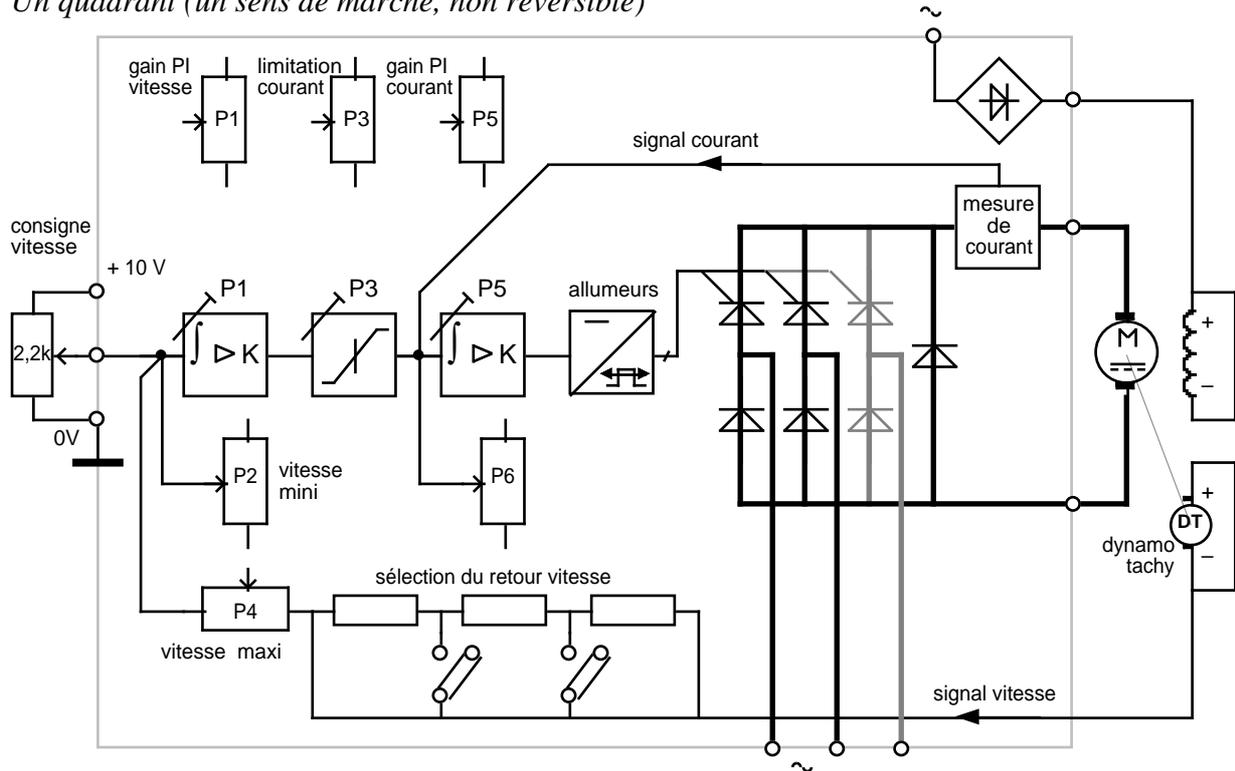
T1 : Transformateur de commande en TBTF

F1 : Fusible gG (protection du secondaire du transformateur)

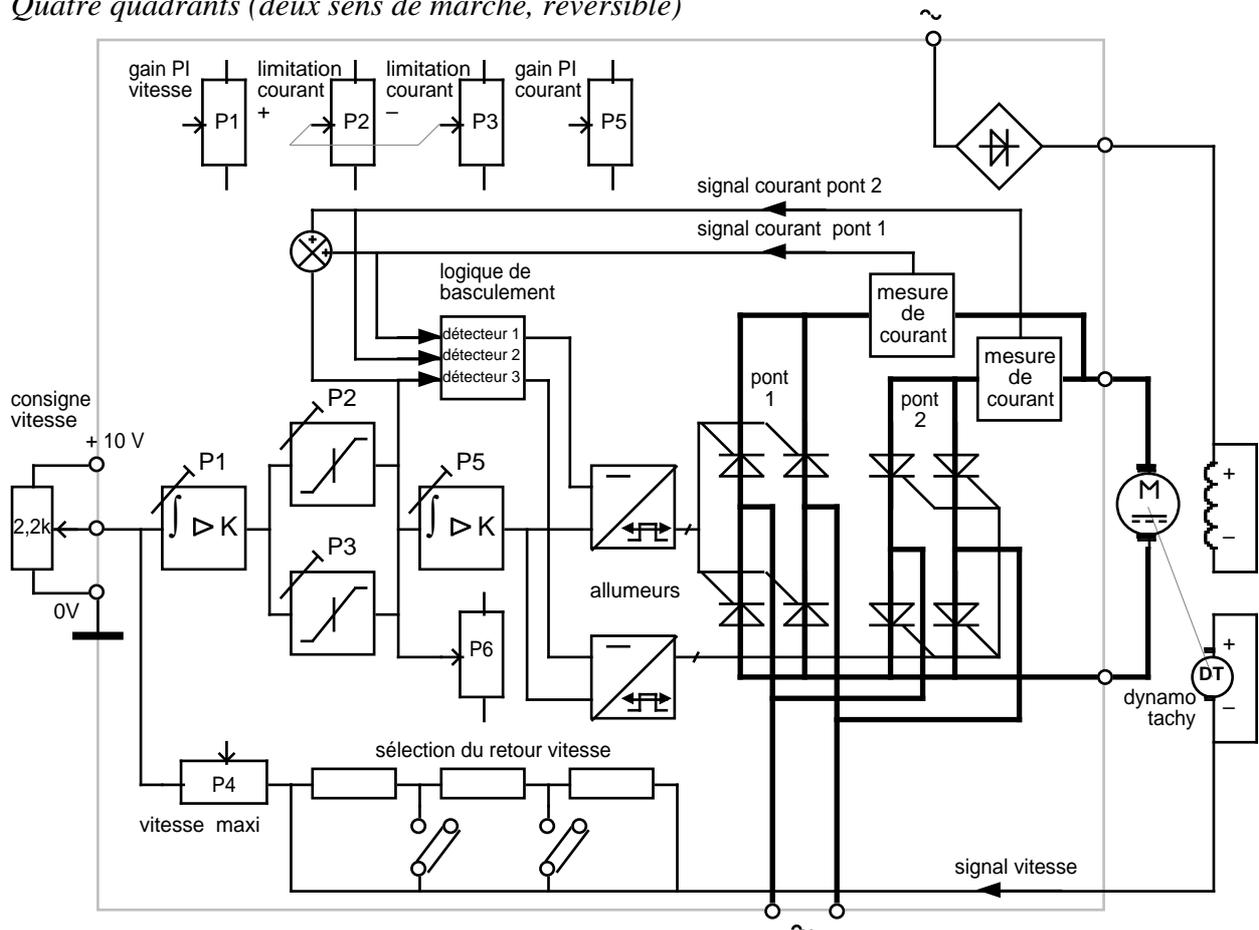


• Exemple 3 : régulation cascade (Ω et I) sur moteur CC (cf §C32)

Un quadrant (un sens de marche, non réversible)



Quatre quadrants (deux sens de marche, réversible)



***** **COMPLEMENTS** *****

NORME C03.2xx de l'UTE (Union Technique de l'Electricité) - extrait
Symboles graphiques pour schémas

C03-201
Généralités - Index général

C03-202
Eléments de symboles, symboles distinctifs et autres symboles d'application générale

• **Nature du courant et de la tension**

Courant continu (2 variantes)	
Courant alternatif	
Courant monophasé	1
Courant polyphasé (m phases)	m
Fréquence basse	
Fréquence moyenne	
Fréquence haute	

• **Variabilité**

Variabilité extrinsèque linéaire <small>(extrinsèque : la variable dépend d'un dispositif externe. Ex. : résistance réglée par un actionneur)</small>	
Variabilité extrinsèque non linéaire	
Variabilité intrinsèque linéaire <small>(intrinsèque : la variable dépend des propriétés du dispositif lui-même. Ex. : résistance dépendant de la température)</small>	
Variabilité intrinsèque non linéaire	
Ajustement prédéterminé	
Var. par échelons	
Var. continue	
Régulation automatique	

• **Sens de propagation**

Propagation de l'énergie ou des signaux dans un seul sens	
Emission/réception de signaux simultanées ("full-duplex")	
Emission/réception de signaux alternées ("half-duplex") ou propagation de l'énergie dans les deux sens (réversibilité)	

• **Rayonnement**

Onde électromagnétique, lumière visible <small>(rayonnements non ionisant)</small>	
Lumière cohérente (laser)	
Rayonnement ionisant	

• **Forme des signaux**

Impulsion positive	
Impulsion négative	
Impulsion de courant alternatif	
Echelon positif (front montant)	
Echelon négatif (front descendant)	
Dent de scie	

• **Commandes mécaniques**

Liaison mécanique	
Indication du sens de rotation	
Indic. du sens de l'effort ou de translation	
Mouvement retardé	
Retour automatique (sens triangle = sens retour)	
Crantage, maintien ds 1 position donnée	
Vérouillage mécanique entre 2 appareils	
Dispositif de blocage	
Embrayage, accouplement mécanique	
Frein	
Engrenage	

• **Dispositifs et méthodes de commande**

Commande mécanique manuelle, symbole général	
Commande par tirette	
Commande rotative	
Commande par poussoir	
Commande par effet de proximité	
Commande par effleurement	
Bouton poussoir de sécurité ("coup de poing")	
Commande par volant	
Commande par pédale	
Commande par levier	
Commande par clé	
Commande par manivelle	
Commande par galet	
Commande par came	
Com ^{de} hydraulique ou pneumatique à simple ou double effet	
Commande électromagnétique	
Com ^{de} par protection électromagnétique de surintensité	
Com ^{de} par élément thermosensible (ex. : protection thermique de surintensité)	
Commande par moteur électrique	

• **Origine des potentiels**

Terre	
Terre de protection	
Masse, châssis	
Equipotentialité	

• **Eléments idéaux de circuit**

Source idéale de courant	
Source idéale de tension	

C03-203

Conducteurs et dispositifs de connexion

• **Dispositifs de connexion**

Fiche et prise (simple) de connecteur ou prolongateur		ou	
Fiche et prise (double)			
Barrette de connexion fermée (ou cavalier)			
Barrette de connexion ouverte			
Picot, point de test			
Douille			
Connecteur, partie fixe			
Connecteur, partie mobile			

C03-204

Composants passifs

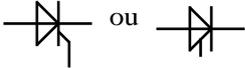
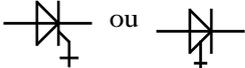
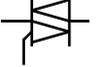
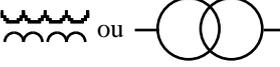
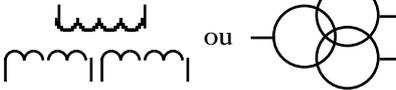
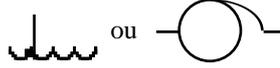
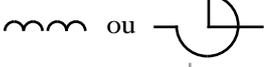
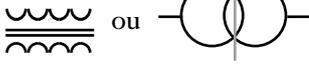
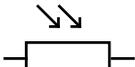
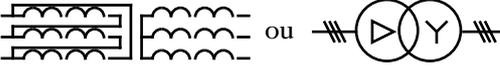
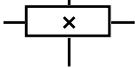
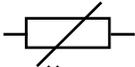
résistance		ou	
potentiomètre			
résistance variable		ou	
condensateur			
condensateur polarisé			
bobine			
bobine à noyau			
cristal piézoélectrique			

C03-205

Semiconducteurs

• **Diodes à semiconducteurs**

Diode shottky	
Diode zener	
Transil	
Diode jonction PN	
Diode électroluminescente	
Diode laser	

		C03-206	
		Production, transformation et conversion de l'énergie électrique	
Diac			
• Thyristors			
Thyristor	 ou 	• Machines à courant continu	
GTO (thyristor blocable par la gachette)	 ou 	Génératrice à courant continu	
		Moteur à courant continu	
		• Machines asynchrones à induction	
Triac		Moteur triphasé, rotor en court-circuit (cage d'écreuil)	
• Transistors			
Transistor bipolaire PNP		Moteur triphasé, rotor bobiné	
Transistor bipolaire NPN		• Moteur pas à pas	
Transistors, montage darlington NPN		Moteur pas à pas à aimant permanent	
Transistors, montage darlington PNP		• Machines à collecteur	
T. jonction à effet de champ, canal N		Moteur à collecteur monophasé	
T. jonction à effet de champ, canal P		• Transformateurs	
T. MOS à enrichissement, canal P		Transformateur à deux enroulements	
T. MOS à enrichissement, canal N		Transformateur à trois enroulements	
T. MOS à déplétion, canal N		Autotransformateur	
T. MOS à déplétion, canal P		Inductance	
• Dispositifs photosensibles & magétosensibles		Transformateur à écran	
Photorésistance		Transformateur triphasé couplage étoile.triangle	
Photodiode		• Convertisseurs de puissance	
Cellule photovoltaïque		Convertisseur, symbole général	
Phototransistor		Convertisseur continu-continu	
Optocoupleur à phototransistor		Rredresseur	
Optocoupleur à phototriac			
Dispositif à effet Hall			
Magnéto-résistance			

Red. à tension continue réglable		<ul style="list-style-type: none"> • Contacts à fonctionnement décalé Contact à fermeture anticipée Contact à fermeture retardée Contact à ouverture anticipée Contact à ouverture retardée 	
Redresseur en pont			
Onduleur		NB : contact fermant (resp. ouvrant) plus tôt (resp. plus tard) que les autres contacts d'un même ensemble.	
Redresseur/Onduleur		<ul style="list-style-type: none"> • Contacts à temps spécifié Contact à fermeture, retardé à la fermeture Contact à ouverture, retardé à la fermeture Contact à fermeture, retardé à la fermeture et à l'ouverture 	
Variateur de puissance à thyristor			
<ul style="list-style-type: none"> • Piles et accumulateurs Pile ou accumulateur, FEM simple Pile ou accumulateur, FEM double 		<ul style="list-style-type: none"> • Interrupteurs thermiques Interrupteur agissant par effet thermique direct (bilame), contact à ouverture 	
C03-207			
Appareillage et dispositifs de commande et de protection			
<ul style="list-style-type: none"> • Contacts : symboles distinctifs Fonction contacteur Fonction disjoncteur Fonction sectionneur Fonction interrupteur-sectionneur Fonction déclenchement automatique Fonction contact de position Fonction retour automatique Fonction position maintenue 		<ul style="list-style-type: none"> • Appareils mécaniques de connexion Contacteur Discontacteur Rupteur Disjoncteur Sectionneur Sectionneur à deux directions avec position d'isolement médiane Interrupteur sectionneur Interrupteur sectionneur à ouverture automatique Sectionneur à commande manuelle avec dispositif de blocage 	
<ul style="list-style-type: none"> • Contacts à deux ou trois positions Contact à fermeture (contact travail) Contact à ouverture (contact de repos) Contact à 2 directions Contact à 2 directions avec position médiane 		<ul style="list-style-type: none"> • Exemples de contacteurs Contact à fermeture, à retour automatique Contact à fermeture, à position maintenue Contact à ouverture, à retour automatique Contact à deux directions avec position de coupure médiane d'ouverture, à retour automatique pour la direction haute et à position maintenue pour la direction basse 	
<ul style="list-style-type: none"> • Contacts de passage à deux positions Contact de passage fermant momentanément : <ul style="list-style-type: none"> -à l'action de son organe de commande -au relâchement de son organe de comde -à l'action et au relachement 		<ul style="list-style-type: none"> Commande manuelle, symbole général Bouton-poussoir Tirette à fermeture 	

Bouton rotatif à 2 directions		DémarrEUR rhéostatique	
Bouton rotatif à 2 directions et une position médiane stables		DémarrEUR série-parallèle	
Bouton rotatif à deux directions à retour automatique en position médiane		• Relais : organes de commande	
Commutateur à deux positions stables, l'une en poussant, l'autre en tirant : bouton "pousser-tirer"		Organe de commande d'un relais, symbole général	
Commutateur à deux positions stables, à deux boutons-poussoirs, l'un actionnant, l'autre libérant		2 enroulements	
Commutateur à deux positions stables commandé par un seul bouton-poussoir alternativement d'action et de libération : bouton "pousser-pousser"		Mise au repos retardée	
Télerupteur (cf § relais)		Mise au travail retardée	
		Mi. au repos et mi. au travail retardées	
		Relais rapide	
• Symboles fonctionnels de démarreurs de moteurs		Relais insensible au courant alternatif	
DémarrEUR, symbole général		Relais à courant alternatif	
DémarrEUR opérant par échelons		Relais à verrouillage mécanique	
DémarrEUR régleur (variateur)		Relais polarisé	
Dém. avec mise à l'arrêt automatique		Relais à rémanence	
DémarrEUR direct par contacteur pour deux sens de marche		Relais thermique	
DémarrEUR étoile-triangle		Dispositif de réenclenchement auto.	
DémarrEUR par auto-transformateur		• Fusibles et interrupteurs à fusibles	
DémarrEUR régleur par thyristor		Fusible, symbole général	
Dém. automatique, symbole général		Fusible dont l'extrémité demeure sous tension après fusion	
Dém. semi-auto, symbole général		Fusible à percuteur	

Fus. à perc. avec circuit de signalisation		Oscilloscope	
Fusible interrupteur		Voltmètre différentiel	
Fusible sectionneur (ou sectionneur porte-fusible)		Galvanomètre	
Fusible interrupteur-sectionneur		Multimètre	
• Eclateurs et parafoudres			
Eclateur		Indicateur de position angulaire ou de pression :	
Parafoudre		- à courant continu	
Tube à gaz limiteur de tension		- à induction	

C03-208

Appareils de mesure, lampes et dispositifs de signalisation

• Indicateurs, enregistreurs et compteurs

Appareil indicateur		Heuremètre, compteur horaire	
Appareil enregistreur		Ampèreheuremètre	
Appareil intégrateur (ex. : compteur d'énergie électrique)		Wattheuremètre, compteur d'énergie active	
		Compteur d'énergie active mesurant l'énergie dans un seul sens	
		Varheuremètre, compteur d'énergie réactive	

• Appareils indicateurs et enregistreurs

Le symbole de l'appareil est complété en son centre par l'une des mentions suivantes :

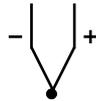
Ampèremètre	A
Cos φ mètre	cos φ
Couplemètre	Tx
Fréquence	f
Fréquencemètre	Hz
Heure	h
Impédance	Z
Ohmètre	Ω
Ondemètre	λ
Phasemètre	φ
Tachymètre	n
Temps	t
Thermomètre, pyromètre	Θ
Varheure	varh
Varmètre (puissance réactive)	var
Voltampèremètre	VA
Voltmètre	V
Watt	W
Wattheure	Wh

• Dispositifs de comptage

Fonction de comptage d'un nombre d'événements, symbole distinctif	
Compteur d'impulsions électriques	
Compteur d'impulsions électriques à affichage numérique	
Compteur d'impulsions électriques avec mise à n manuelle (mise à zéro si n = 0)	
Compteur d'impulsions électriques avec mise à 0 électrique	

• **Thermocouples**

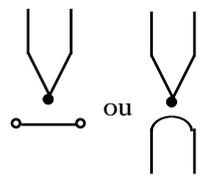
Thermocouple, avec symboles de polarité



Indication de polarité par un renforcement du trait représentant le pôle négatif

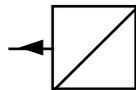


Therm. à élément chauffant

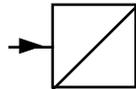


• **Dispositifs de télémétrie**

Emetteur de télémétrie



Récepteur de télémétrie



• **Horloges électriques**

Horloge, symbole général
Horloge secondaire



Horloge mère



Horloge à contact



• **Lampes et dispositifs de signalisation**

Lampe, symbole général



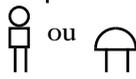
Dispositif lumineux clignotant



Avertisseur sonore, klaxon



Sonnerie



Sirène



C03-209
Télécommunications :
Commutation et équipements
périphériques

• **Transducteurs**

Microphone



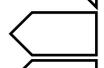
Récepteur téléphonique



Haut-parleur



Tête de transducteur (symbole général)



Tête d'effacement



C03-210
Télécommunications :
Transmission

• **Antennes**

Antenne (symbole général)



• **Générateurs de signal**

Générateur de signal (symbole général)



Géné d'une onde sinusoïdale



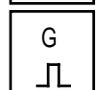
Géné onde sinus à fréquence réglable



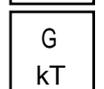
Géné d'une onde en dent de scie



Géné d'impulsions

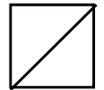


Géné de bruit

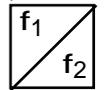


• **Convertisseurs**

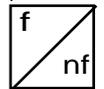
Convertisseur (symbole général)



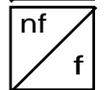
Convertisseur de fréquence f_1 en f_2



Multiplicateur de fréquence



Diviseur de fréquence

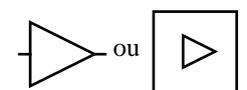


Inverseur d'impulsions

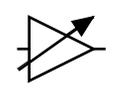


• **Amplificateurs**

Ampli. (symb. général)



Amplificateur réglable



• **Appareils de réseaux**

Affaiblisseur, affaiblissement fixe



Filtre, symbole général



Filtre passe-haut



Filtre passe-bas



Filtre passe-bande



Filtre réjecteur



Compresseur de dynamique



Expanseur de dynamique



Déphaseur



• **Dispositifs à seuils**

Dispositifs à seuils (symbole général),
écrêteur symétrique



• **Termineurs**

Termineur



• **Modulateurs, démodulateurs**

Mod., démod. (symbole général)



• **Concentrateurs**

Concentrateur de gauche à droite avec m circuits d'entrée
et n < m circuits de sortie

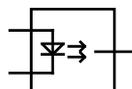


• **Fibres optiques**

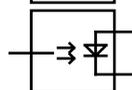
Fibre optique



Emetteur de lumière pour système
à fibre optique



Récepteur

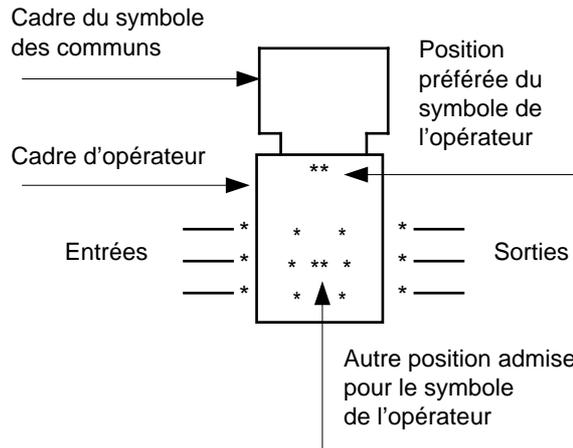


C03-211
Schémas et plans d'installation
architecturaux et topographiques

C03-212
Opérateurs logiques binaires

• **Formation des symboles**

Le symbole comprend un ou plusieurs cadres complété de symboles distinctifs

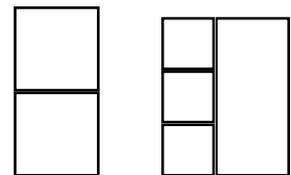


• **Association des symboles**

Pour réduire l'espace occupé sur le schéma, des symboles distincts, représentatifs d'opérateurs élémentaires, peuvent être accolés avec les conventions suivantes :

- il n'y a aucune relation logique entre deux symboles lorsque la ligne de séparation est parallèle au sens de propagation de l'information
- il y a interconnexion, sans négation logique, au niveau de la ligne séparatrice lorsque celle-ci est perpendiculaire au sens de propagation de l'information.

Exemples :

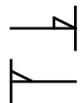


• **Type de logique**

Logique négative (l'état 1 correspond au niveau le moins positif) :

-entrée

-sortie

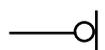


Remarque : ces symboles sont parfois utilisés pour indiquer la négation logique.

L'absence de symbole correspond au cas de la logique positive (où l'état 1 correspond au niveau le plus positif).

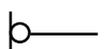
• **Signes distinctifs associés aux entrées et aux sorties**

Négation logique à l'entrée



Etat externe 0 ⇒ état interne 1

Négation logique à la sortie



Etat interne 1 \Rightarrow état externe 0		(sortie = 1 \Leftrightarrow toutes les entrées dans le même état)	
Entrée dynamique (front montant)		Parité numérique	2K
Front montant \Rightarrow état interne 1		Imparité numérique	2K + 1
Entrée dynamique (front descendant)		• Opérateurs fantômes	
Front descendant \Rightarrow état interne 1		Un opérateur fantôme est réalisé par l'interconnexion des sorties d'un certain nombre d'opérateurs de façon telle qu'une opération ET ou bien OU soit réalisée sans l'utilisation d'un autre opérateur ("ET câblé" ou "OU câblé").	
Effet différé sur une sortie		Par convention, si aucun symbole distinctif n'est indiqué, l'opérateur fantôme doit être considéré comme un OU.	
Sortie amplifiée			
Entrée à seuil (hystérésis)		ET fantôme	
Sortie à circuit ouvert		OU fantôme	
Sortie à collecteur ouvert			
Sortie 3 états (haute impédance)			
Entrée de validation (ENable)		• Opérateurs séquentiels complexes	
$\emptyset \Rightarrow$ état haute impédance des sorties		Monostable redéclenchable	
Entrée de bascule type "x" ("x" = D,J,K,R,S,T)		Monostable non redéclenchable	
Entrée de décalage d'un registre série :		Astable	
-décalage à droite de m positions		Astable synchronisé au démarrage	
-décalage à gauche de m positions		Astable synchronisé à l'arrêt	
Entrées de comptage :		• Bascules et groupements de bascules	
-incrémente de m à chaque impuls.		Bascule bistable, symbole général	
-décrémente de m à chaque impuls.		Bascule JK, avec mise à 0, à 1	
• Opérateurs combinatoires fondamentaux		Bascule D, avec mise à 0, à 1	
ET	&	Mémoire de phase (automate)	
OU	≥ 1	Compteur	CTR
OUI	1	Compteur à m étages	CTRM
(NON = symbole OUI avec négation en sortie)		Compteur-décompteur par m	CTR DIVm
		Registre	REG
• Opérateurs combinatoires complexes		• Opérateurs retard	
Seuil logique (au moins m)	$\geq m$	Opérateur retard, symbole général	
(sortie = 1 \Leftrightarrow nb d'entrées à l'état 1 $\geq m$)		Retard variable	
Majorité logique	$> n/2$	Retard identique sur les 2 transitions	
(sortie = 1 \Leftrightarrow majorité des entrées à l'état 1)		Retard avec indication des valeurs	
Fonction "m et seulement m"	= m		
(sortie = 1 \Leftrightarrow m entrées parmi n à l'état 1)			
(OU exclusif si m = 1)			
Addition modulo 2 (impairité logique)	mod2		
(sortie = 1 \Leftrightarrow nb d'entrées à l'état 1 est impair)			
Identité logique	=		

C03-213
Opérateurs analogiques

		Valeur absolue	
Signaux analogiques		Dispositif d'amorçage	
Signaux numériques	#	Rampe	
Sommation	Σ	Atténuateur ajustable	
Intégration	\int	Convert. d'un paramètre x en tension	
Différenciation	$\frac{d}{dt}$	Monostable, impulsion de durée θ	
Amplificateur de gain K		Générateur de signaux triangulaires	
Amplificateur opérationnel		Isolément galvanique par optocoupleur	
entrée inverseuse	-	Ecrêteur symétrique	
entrée non inverseuse	+	sortie non inverseuse	+
Intégrateur $\frac{K}{p}$	$\int \triangleright K$	Comparateur Tout-Ou-Rien (TOR) :	
Dérivateur $K.p$	$\frac{d}{dt} \triangleright K$	non inverseur	
Sommeur de gain K	$\Sigma \triangleright K$	inverseur	
Multiplieur	$\begin{matrix} x \\ y \end{matrix} \triangleright k_{xy}$	Comparateur à seuil	
Amplificateur inverseur de gain K ajusté par P1	$\begin{matrix} \triangleright K \\ P1 \\ - \quad + \end{matrix}$	Détecteur de valeur maximale	
Convertisseur numérique-analogique	$\# \begin{matrix} / \\ \cup \end{matrix}$		
Convertisseur analogique-numérique	$\begin{matrix} \cup \\ / \end{matrix} \#$		
Opérateur de connexion bidirectionnel,	$\# \begin{matrix} / \\ \end{matrix}$		
contact travail commandé par une entrée numérique ("interrupteur commandé") : passage du signal dans les deux sens si l'entrée logique est à 1			
Opérateur de connexion unidirectionnel,	$\# \begin{matrix} / \\ \rightarrow \end{matrix}$		
contact repos commandé par une entrée numérique : passage du signal dans un seul sens si l'entrée logique est à 0			
Régulateur de tension	\cup		
Déphaseur	ϕ		