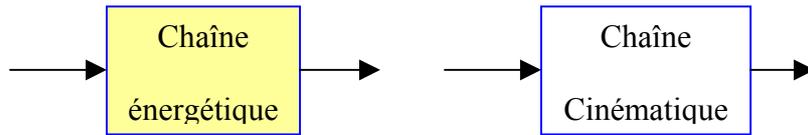


BTS Électrotechnique 2000 : station de relèvement

Corrigé perso

A - Validation du dimensionnement de la chaîne d'entraînement d'une vis

Réponses :



A-1

A-1-1 : Déterminer la fréquence de rotation N_v de la vis (en tr / mn).

$$Q_M = V_e \cdot N_v$$

$$N_v = Q_M / V_e$$

$$N_v = (680 \cdot 60) \text{ l / mn} / 868 \text{ l}$$

$$N_v = 47 \text{ tr / mn}$$

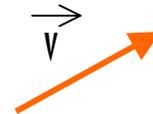


A-1-2 : Déterminer la vitesse V (en m / s) de déplacement de l'eau suivant l'axe de la vis .

$$V = p \cdot N$$

$$V = 0.64 \text{ m} \cdot (47 / 60) \text{ tr / s}$$

$$V = 0.5 \text{ m / s}$$



A-2 : Détermination de la puissance nécessaire , sur l'arbre de la vis

A-2.1 : Déterminer le nombre de pas (n) le long de l'hélice. En déduire le volume total V_t d'eau mis en mouvement par la vis dans son auge .

$$n = L / p$$

$$n = 12.24 \text{ m} / 0.64 \text{ m}$$

$$n = 19$$

$$V_t = n \cdot V_e$$

$$V_t = 19 \cdot 0.868 \text{ m}^3$$

$$V_t = 16.6 \text{ m}^3$$

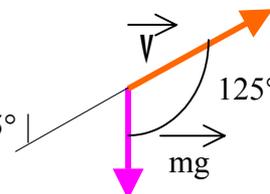
A-2.2 Calculer la puissance utile pour élever le volume d'eau considéré (P_u)

$$P_u = F \cdot V \cdot | \cos (F , V) |$$

$$P_u = mg \cdot V \cdot | \cos 125^\circ | = \rho \cdot V_t \cdot g \cdot V \cdot | \cos 125^\circ |$$

$$P_u = 1000 \text{ kg / m}^3 \cdot 16.6 \text{ m}^3 \cdot 9.81 \text{ m / s}^2 \cdot 0.5 \text{ m / s} \cdot | \cos 125^\circ |$$

$$P_u = 46700 \text{ W} = 46.7 \text{ kW}$$

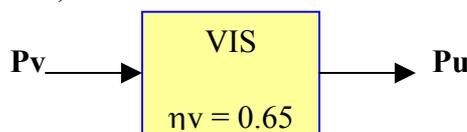


A-2.3 Calculer la puissance P_v nécessaire , sur l'arbre de la vis en tenant compte du rendement volumétrique de celle ci .

$$P_v = P_u / \eta_{vol}$$

$$P_v = 46.7 / 0.65$$

$$P_v = 71.85 \text{ kW}$$



A-3 : Validation du choix du réducteur

A-3-1 : Vérifier la valeur du rapport de transmission k .

Moteur LS 280 MP ($N_n = 1480$ tr / mn)

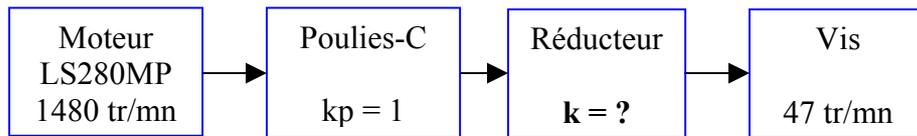
$N_{vis} = 47$ tr / mn

$k = N_n / N_{vis}$

$k = 1480 / 47$

$k = 31.4$

DT1 -----> $k = 31.5$ OK



A-3-2 : Déterminer le facteur de service KB .

Fonct : 20 h / j

classe U

DT1 -----> $KB = 1.18$

A-3-3 : Calculer la puissance de sélection P_s .

DT1 -----> $P_s = P_c \cdot KB$

$P_s = 73.4$ kW * 1.18

$P_s = 86.85$ kW

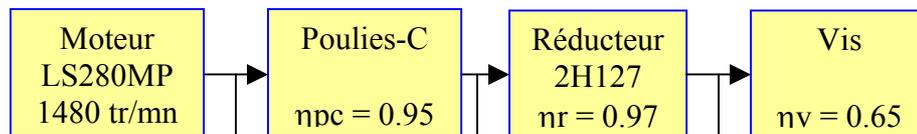
Choix du réducteur : $PA = 120$ kW -----> Ref : 2H127

A-3-4 : Calculer la puissance P_{re} nécessaire à l'entrée du réducteur .

$P_{re} = P_c / \eta_r$

$P_{re} = 73.4$ kW / 0.97

$P_{re} = 75.67$ kW



A-4 : Validation du choix du moteur

P_m ← P_{re} ← $P_c = 73.4$ kW

A-4-1 : Calculer la puissance mécanique sur l'arbre du moteur P_m .

$P_m = P_{re} / \text{rendement poulies - courroie}$

$P_m = 75.67$ kW / 0.95

$P_m = 79.6$ kW

A-4-2 : Validation de la référence du moteur proposé .

LS 280 MP ($P_n = 90$ kW < P_m) OK

D - Etude du démarrage d'un moteur d'entraînement d'une vis

D-1 : Evaluation du temps de démarrage en direct .

D-1-1 : Calculer le moment d'inertie ramené sur l'arbre d'un moteur J_{tot}

LS 280 MP -----> $J_{mot} = 1.45$ kg.m² (DT2)



$$J_{\text{tot}} = J_{\text{vis}} / \text{moteur} + J_{\text{moteur}}$$

$$J_{\text{tot}} = J_{\text{vis}} \cdot (N_{\text{vis}} / N_{\text{mot}})^2 + J_{\text{mot}}$$

$$J_{\text{tot}} = J_{\text{vis}} / k^2 + J_{\text{mot}}$$

$$J_{\text{tot}} = 3000 / (31.5^2) + 1.45 \text{ kg.m}^2$$

$$J_{\text{tot}} = 3 + 1.45$$

$$\mathbf{J_{\text{tot}} = 4.45 \text{ kg.m}^2}$$

D-1-2 : Couple moteur moyen pendant le démarrage .

a) : Calculer le couple nominal **MN** du moteur d'entraînement d'une vis.

$$MN = PN / \omega_N$$

$$MN = 90\,000 \text{ W} / (\pi * 1480 / 30) \text{ rd / s}$$

$$\mathbf{MN = 580.7 \text{ N.m}}$$

b) : Déterminer le couple de démarrage **MD** , maximal **MM** , minimal **Mm** .

$$\mathbf{MD = 2.9 MN = 2.9 * 580.7 = 1684 \text{ N.m}}$$

$$\mathbf{MM = 2.9 MN = 1684 \text{ N.m}}$$

$$\mathbf{Mm = 2.1 MN = 1219.47 \text{ N.m}}$$

c) : Déterminer le couple moyen de démarrage **Mdmoy** .

$$M_{\text{dmoy}} = (MD + 2 Mm + 2 MM + MN) / 6 \quad (\text{voir doc LEROY-SOMER})$$

$$M_{\text{dmoy}} = (1684 + 2 * 1219.47 + 2 * 1684 + 580.7)$$

$$\mathbf{M_{\text{dmoy}} = 1345.3 \text{ N.m}}$$

D-1-3 : Durée du démarrage .

a) : Déterminer le couple accélérateur moyen de démarrage **Macc** .

$$M_{\text{acc}} = M_{\text{dmoy}} - MR \quad (\text{PFD})$$

$$M_{\text{acc}} = 1345.3 - 520$$

$$\mathbf{M_{\text{acc}} = 825.3 \text{ N.m}}$$

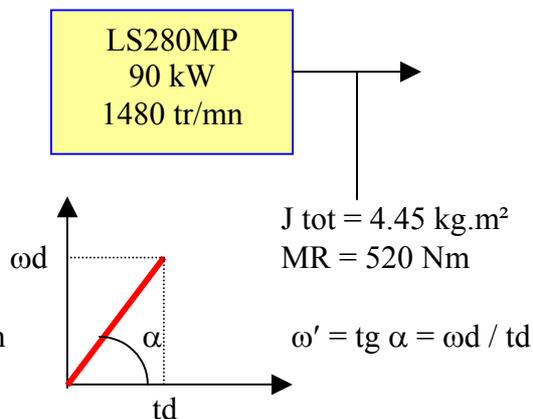
b) : Déterminer le temps de démarrage **td** .

$$M_{\text{acc}} = J_{\text{tot}} \cdot \omega' = J_{\text{tot}} (\omega_d / t_d)$$

$$t_d = J_{\text{tot}} \cdot \omega_d / M_{\text{acc}}$$

$$t_d = 4.45 \text{ kg.m}^2 * (\pi * 1480 / 30) / 825.3 \text{ N.m}$$

$$\mathbf{t_d = 0.83 \text{ s}}$$



CODE : EQAVP	CORRIGÉ	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2000
--------------	---------	-------------------------------------	--------------

STATION DE RELEVEMENT DES EAUX USÉES

Avant-projet

Corrigé

- QA : Validation du dimensionnement de la chaîne d'entraînement d'une vis (7 points)
- QB : Choix de l'appareillage B.T. (11 points)
- QC : Choix des cellules H.T.A et schéma du poste de livraison (3 points)
- QD1 : Evaluation du temps de démarrage en direct (4 points)
- QD2 : Choix et mise en œuvre du démarreur ralentisseur (6 points)
- QE : Préparation de la programmation de l'A.P.I. (6 points)
- QF : Élaboration du schéma des circuits de commande des contacteurs (3 points)

Note globale : / 40 points

BAREME

CHAPITRE		POINTS/40
GM	QA	7
GE	QB	11
GE	QC	3
GM	QD1	4
GE	QD2	6
GE	QE	6
GE	QF	3

CODE : EQAVP	CORRIGÉ	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2000
--------------	---------	-------------------------------------	--------------

QA : Dimensionnement de la chaîne d'entraînement d'une vis : (7 points)

	Relation(s) utilisée(s)	Données	Résultat	
QA-11	$Q_M = v_e \cdot \frac{N_v}{60} \rightarrow N_v = \frac{60 \cdot Q_M}{v_e}$	$Q_M = 680 \text{ dm}^3/\text{s}$ $v_e = 868 \text{ dm}^3$	$N_v = 47 \text{ tr/mn}$	1 pt
QA-12	$\vartheta \text{ (m/s)} = \frac{N_v \cdot p}{60}$	$N_v = 47 \text{ tr/mn}$ $p = 640 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	$\vartheta = 0,5 \text{ m/s}$	0,5 pt
QA-21	$n_p = \frac{L}{p} ; V_t = v_e \cdot n_p$	$L = 12,24 \text{ m}$ $p = 640 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ $v_e = 0,868 \text{ m}^3$	$n_p = 19,12$	0,25 pt
			$V_t = 16,6 \text{ m}^3$	0,25 pt
QA-22	$P_u = V_t \cdot \rho \cdot g \cdot \vartheta \cdot \sin \theta$	$V_t = 16,6 \text{ m}^3$ $\rho = 1 \text{ kg/dm}^3$ $g = 9,81$ $\vartheta = 0,5 \text{ m/s}$ $\theta = 35^\circ$	$P_u = 46,7 \cdot 10^3 \text{ w}$	1,5 pt
QA-23	$P_v = \frac{P_u}{\eta_v}$	$P_u = 46,7 \cdot 10^3 \text{ w}$ $\eta_v = 0,65$	$P_v = 71,8 \cdot 10^3 \text{ w}$	0,5 pt
QA-31	$k = \frac{N_n(\text{moteur})}{N_v}$	$N_n = 1480 \text{ tr/mn}$ $N_v = 47 \text{ tr/mn}$	$k = 31,5$	0,5 pt
QA-32	Abaque : $K_B = f(t)$	Courbe U 20h / jour	$K_B = 1,15$	0,5 pt
QA-33	$P_S = P_C \cdot K_B$	$P_C = 73,4 \text{ kW}$ $K_B = 1,15$	$P_S = 84,4 \text{ kW}$	0,5 pt
		Référence : 2H127		0,5 pt
QA-34	$P_{re} = \frac{P_C}{\eta_r}$	$P_C = 73,4 \text{ kW}$ $\eta_r = 0,97$	$P_{re} = 75,7 \text{ kW}$	0,5 pt
QA-41	$P_m = \frac{P_{re}}{\eta_{pc}}$	$P_{re} = 75,7 \text{ kW}$ $\eta_{pc} = 0,95$	$P_m = 79,7 \text{ kW}$	0,25 pt
		Moteur réf. LS 280 MP : $P_N = 90 \text{ kW} \rightarrow P_N > 79,7 \text{ kW}$: moteur correct		0,25 pt
Exemple de présentation				
	$A = \frac{\pi \times \phi^2}{4} \rightarrow \phi = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$	$A = \dots\dots\dots \text{ m}^2$	$\phi = \dots\dots\dots \text{ m}$	

QB : CHOIX DE L'APPAREILLAGE BT : / 11 points

QB-1 : / 1,5 points

Caractéristiques électriques du moteur type LS 280 MP :

- $I_N = 162 \text{ A}$; $\cos \phi = 0,85$

Durée max du démarrage = 3 s et $I_D / I_N = 7,6 \Rightarrow$ Relais thermique classe 10

Désignation appareil	Repère	Référence	Réglage éventuel
Disjoncteur moteur	Q1	NS 250N MA 220	$I_m = 8 \times I_n$
Contacteur	KM1D	LC1- F185E7	
Relais thermique	F1	LR9-F5371	$I_r > 162 \text{ A}$

QB-2 : / 4 points

Circuit terminal	Puissance active (kW)	Puissance réactive (kVAR)
3 Moteurs LS 280 MP	$85,624 \times 3 = 256,87$	$53,065 \times 3 = 159,19$
Pont roulant	14,608	9,817
Prises monophasées	3,864	3,942
Prises triphasées	19,509	14,632
Chauffage	3	
Eclairage fluo	1,548	0,918
Total	299,4	188,5

• Courant de service dans le câble A :

$$I_B = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{U \cdot \sqrt{3}} \Rightarrow \begin{array}{l} P = 299,4 \text{ kW} \\ Q = 188,5 \text{ kVAR} \\ U = 400 \text{ V} \end{array}$$

$I_B = 510,7 \text{ A}$

CODE : EQAVP	CORRIGÉ	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2000
--------------	---------	-------------------------------------	--------------

QB-3 : / 1,5 point

Désignation appareil	Repère	Référence	Réglages
Disjoncteur	QP	NS 630 N	
Déclencheur électronique		STR23SE	$I_r = 0,9 \text{ à } 0,93 \times I_n$ $I_m = 10 \times I_r$

Réglage de I_r : il faut respecter $I_r \geq B \Rightarrow I_r = 630 \times 0,9 \times 0,93 = 527 \text{ A}$

QB-4 : / 0,5 point

- Seuil de sensibilité du DDR associé à QP :

$$I_{\Delta} < \frac{U_L}{R_A} \Leftrightarrow \begin{array}{l} U_L = 25 \text{ V} \\ R_A = 14 \Omega \end{array} \quad I_{\Delta} < 1,78 \text{ A}$$

- Pour assurer la sélectivité avec les DDR avals, on choisit : $I_{\Delta n} = 1 \text{ A}$

QB-5 : / 1,5 point

La norme NF C 15-100 impose : $I_B \geq I_r \geq I_Z \Rightarrow$ on doit donc choisir la section du câble de telle sorte que : $I_Z \geq I_r$

lettre de sélection : F $I_r = 527 \text{ A}$
facteur de correction k1 : 1 $k = 0,91$
facteur de correction k2 : 1 $I_Z \geq 579 \text{ A}$
facteur de correction k3 : 0,91

$S_{ph} = 240 \text{ mm}^2$ $S_N = 120 \text{ mm}^2$

CODE : EQAVP	CORRIGÉ	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2000
--------------	---------	-------------------------------------	--------------

QB-6 : / 1,5 point

$$I_{CC} = \frac{U_{20}}{Z \cdot \sqrt{3}}$$

- Courant de court-circuit, au niveau de QP.

$$Z_1 = \sqrt{R_{TR}^2 + (X_a + X_{TR})^2} \quad \Rightarrow \quad \begin{array}{l} R_{TR} = 4,6 \text{ m}\Omega \\ X_{TR} = 16,2 \text{ m}\Omega \\ Z_1 = 17,49 \text{ m}\Omega \end{array} \quad \boxed{I_{cc1} = 13,5 \text{ kA}}$$

- Courant de court-circuit, au niveau de l'armoire de la salle des machines.

$$\begin{array}{l} R = R_{TR} + R_C \\ \text{avec } R_A = \rho \cdot L / S_{ph} \\ X = X_a + X_{TR} + X_c \cdot L \end{array} \quad \Rightarrow \quad \begin{array}{l} R = 6,94 \text{ m}\Omega \\ X = 20,15 \text{ m}\Omega \\ Z_2 = 21,31 \text{ m}\Omega \end{array} \quad \boxed{I_{cc2} = 11,1 \text{ kA}}$$

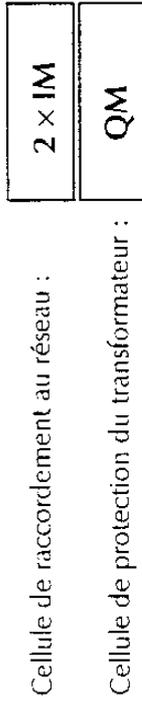
- PdC de QP $\geq 13,5 \text{ kA}$ \longrightarrow NS630N
- PdC de Q1 $\geq 11,1 \text{ kA}$ \longrightarrow NS250N MA220

QB-7 : / 0,5 point

- amont : NS 630 déclencheur STR 23SE
- aval NS 250 MA220

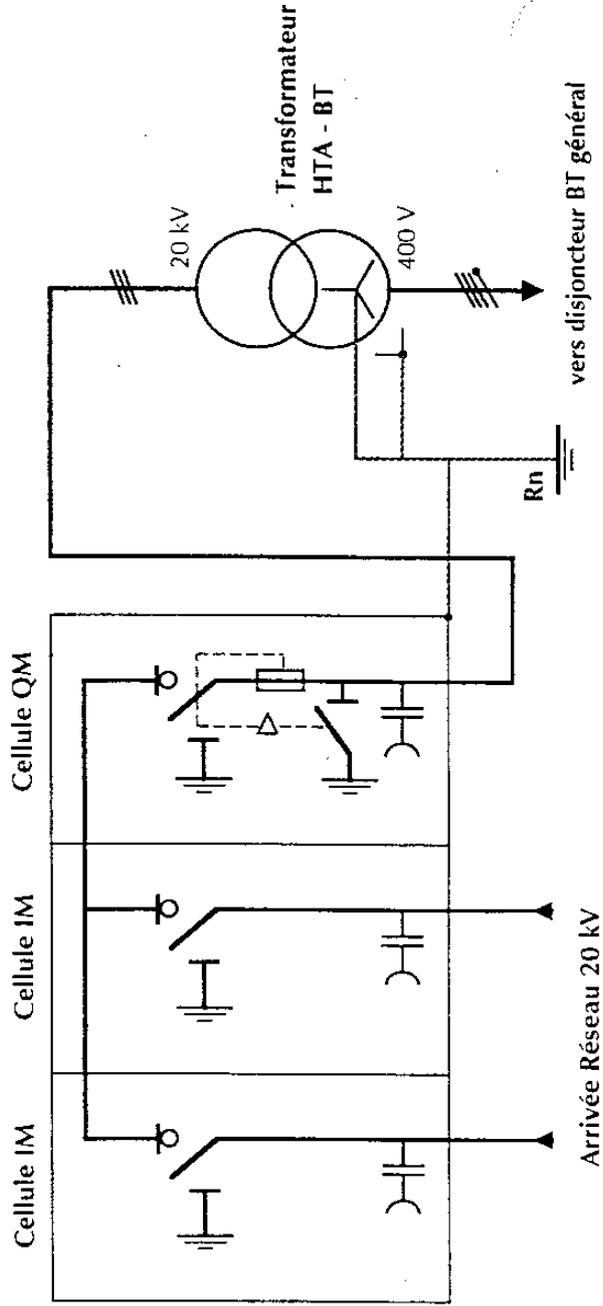
Sélectivité totale

QC-1 : Cellules HTA : / 1 point



IN = 11,5 A

QC-2 : Schéma du poste HTA - BT : / 2 points



CODE : EQAVP	CORRIGÉ	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2000
--------------	---------	-------------------------------------	--------------

QD1 : Évaluation du temps de démarrage en direct : / 4 points

	Relation(s) utilisée(s)	Données	Résultat	
QD1-1	$J_{tot} = \frac{J_v}{k^2} + J_m$	$J_v = 3000 \text{ kgm}^2$ $k = 31,5$ $J_m = 1,45 \text{ kgm}^2$	$J_{tot} = 4,47 \text{ kgm}^2$	1 pt
QD1-2a	$P_N = M_N \cdot \Omega_N \rightarrow M_N = \frac{30 \cdot P_N}{\pi \cdot N_N}$	$P_N = 90 \cdot 10^3 \text{ w}$ $N_N = 1480 \text{ tr/mn}$	$M_N = 580 \text{ Nm}$	1 pt
QD1-2b	$M_D = 2,9 \cdot M_N$ $M_M = 2,9 \cdot M_N$ $M_m = 2,1 \cdot M_N$	$M_N = 580 \text{ Nm}$	$M_D = 1682 \text{ Nm}$ $M_M = 1682 \text{ Nm}$ $M_m = 1218 \text{ Nm}$	0,5 pt
QD1-2c	$M_{dmoy} = \frac{M_D + 2 \cdot M_m + 2 \cdot M_M + M_N}{6}$	$M_N = 580 \text{ Nm}$ $M_D = 1682 \text{ Nm}$ $M_M = 1682 \text{ Nm}$ $M_m = 1218 \text{ Nm}$	$M_{dmoy} = 1344 \text{ Nm}$	0,5 pt
QD1-3a	$M_{acc} = M_{dmoy} - M_R$	$M_{dmoy} = 1344 \text{ Nm}$ $M_R = 520 \text{ Nm}$	$M_{acc} = 824 \text{ Nm}$	0,5 pt
QD1-3b	$td = \frac{\pi \cdot J_t \cdot N_N}{30 \cdot M_{acc}}$	$J_t = 4,47 \text{ kgm}^2$ $N_N = 1480 \text{ tr/mn}$ $M_{acc} = 824 \text{ Nm}$	$td = 0,8 \text{ s}$	0,5 pt
<i>Exemple de présentation</i>				
	$A = \frac{\pi \times \phi^2}{4} \rightarrow \phi = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$	$A = \dots\dots\dots \text{ m}^2$	$\phi = \dots\dots\dots \text{ m}$	

CODE : EQAVP	CORRIGÉ	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2000
--------------	---------	-------------------------------------	--------------

QD2-1 : Référence du démarreur : / 0,5 point

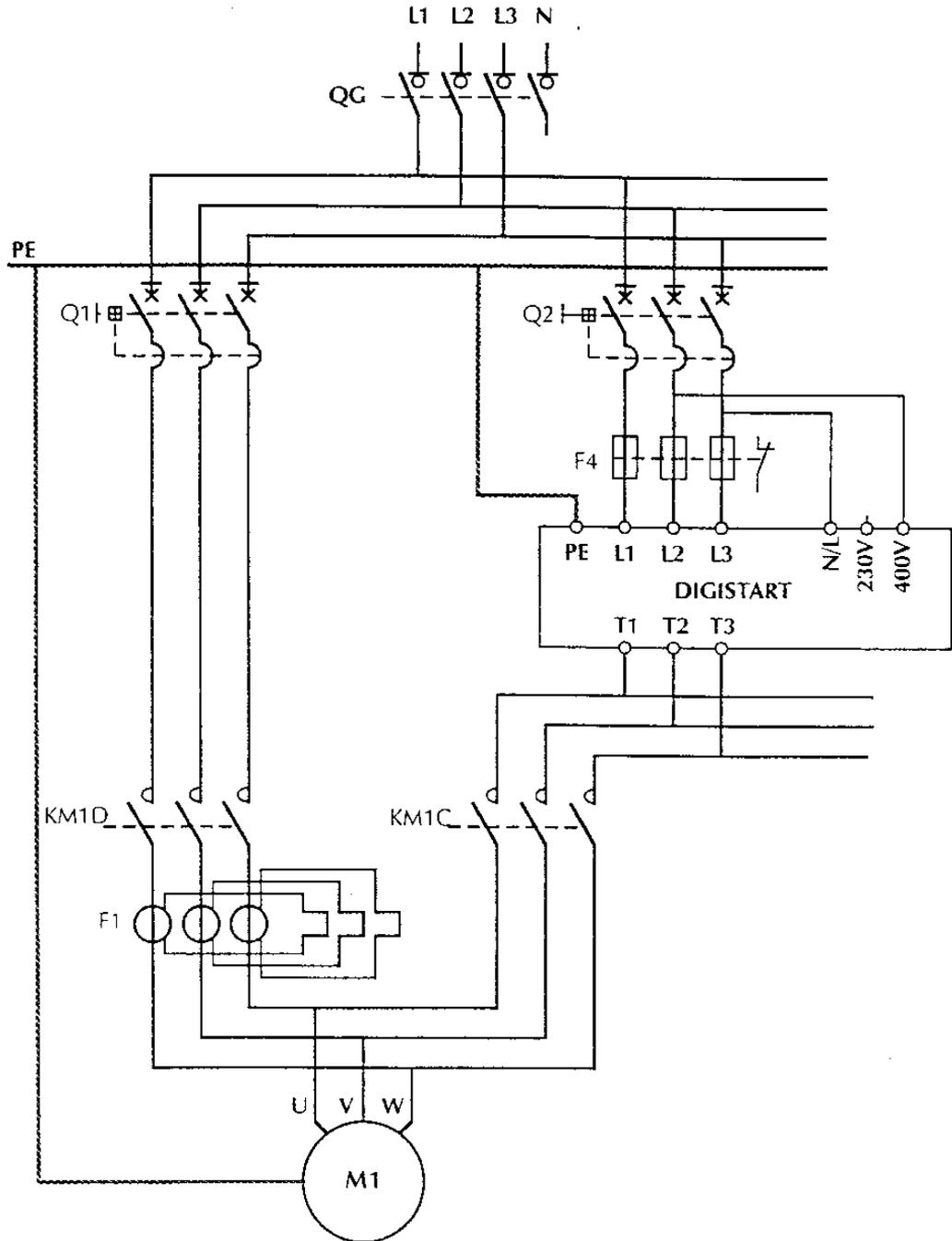
STV 2313 - 14 211

ou STV 2313 - 14 145
(consulter le fabricant)

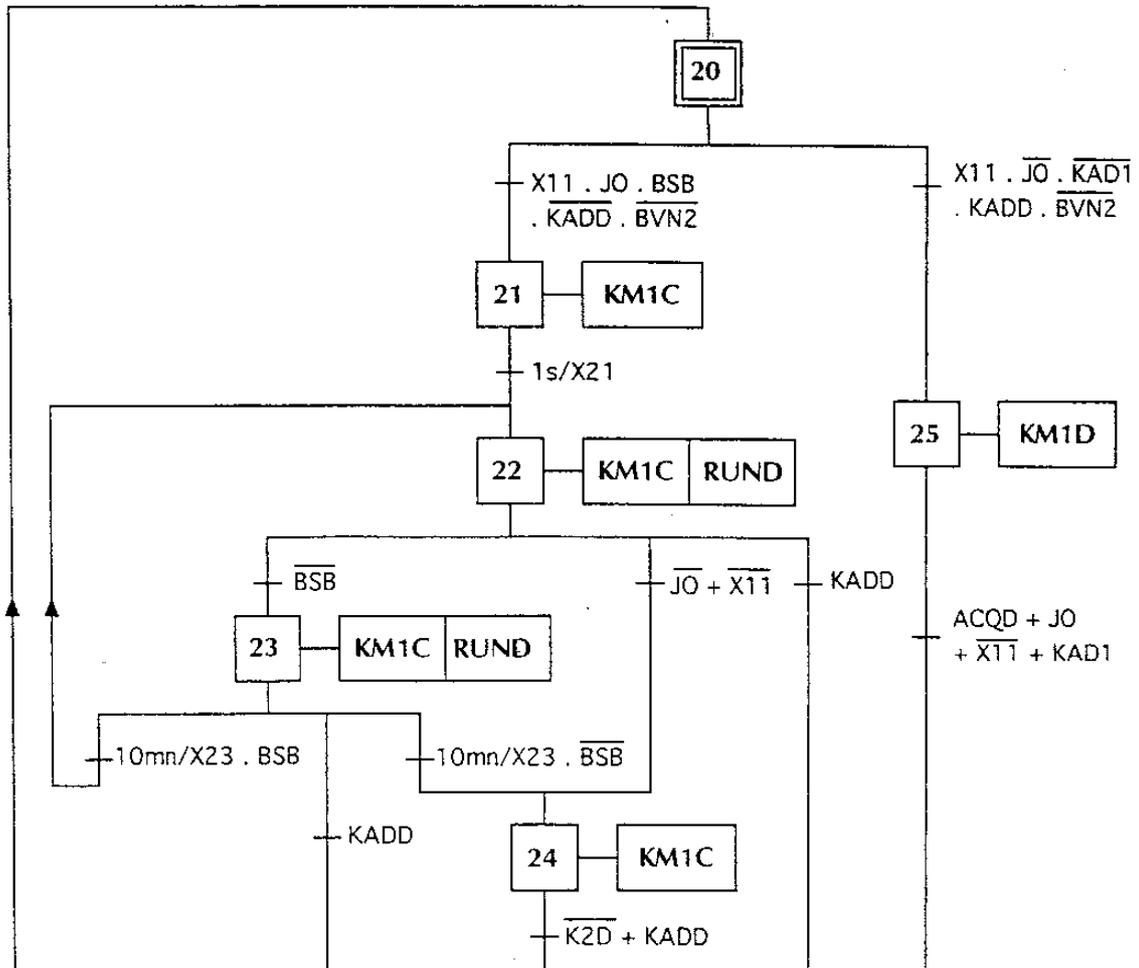
QD2-2 : Tableau de paramétrage : / 2,5 points

Désignation	Adresse	Valeur	Code
Courant nominal moteur	A1	80 % du calibre	6
Courant de décollage	A2		6
Durée de rampe	A3	10 s	5
Courant limite	A4	300 % de I_n	8
Impulsion de dégommage	A5		0
Durée max de démarrage	A6	30 s	3
Thermique moteur, rotor bloqué	A7		1
Validation défaut sous/surpuissance	A8		3
Seuil défaut surpuissance	A9	110 % de P_n	E
Seuil défaut souspuissance	AC	20 % de P_n	2
Affectation relais K2	AE		2
Redémarrage sur microcoupures	AF		1
Contrôle de $\cos\phi$	AH		0
Ralentissement prolongé	AL		1
Durée de ralentissement	AO	10 s	5
Validation sens de rotation	AP		1
Visualisation en fonctionnement	AU		0

QD2-3 : Schéma du circuit de puissance du moteur M1: / 3 points



QE : GRAFCET de marche automatique de la Vis.1 : / 6 points



Barème proposé :

- Structure : /2 pts (dont 1 pt pour test 10 mn niveau bas)
 - Transitions & réceptivités : /3 pts
 - Actions : /1 pt
- Présentation sans soin : note divisée par 2

QE : Schéma du circuit de commande des contacteurs : / 3 points

