

Partie électrotechnique**QA-9.1**

Moteur LSK 1324 VL 13

48 kW – 400 V – 2820 tr/mn – 163 N.m – 134 A – $\eta=0,89$

On choisit un Rectivar RTV-84 à double pont, qui permet un fonctionnement dans les 4 quadrants du plan couple-vitesse, car le moteur doit agir comme un frein, dans le cas d'un arrêt d'urgence sur la machine

QA-9.2

D'après DT7, on constate qu'il y a proportionnalité entre la tension d'induit et la vitesse de rotation. Alimenté en 400 V, le moteur tourne à 2820 tr/mn

Pour qu'il tourne à 2500 tr/mn, il faut lui appliquer une tension

$$U = 400 \frac{2500}{2820} = 355 \text{ V}$$

QA-9.3

Le couple requis est de 130 N.m (page 14)

Ce couple est proportionnel au courant d'induit

$$I = 134 \frac{130}{163} = 107 \text{ A} \quad (\text{D'après DT7, le couple est } 163 \text{ Nm pour } I=163\text{A})$$

QA-9.4

Le variateur est alimenté par le réseau 400 V

D'après DT9, la tension d'induit maximale est $U_{\text{réseau}} \times 1,05 = 420 \text{ V} > 351 \text{ V}$

La vitesse de 2500 tr/mn pourra donc largement être atteinte

Le moteur peut fournir un couple de 163 N.m $> 130 \text{ N.m}$ requis

La vitesse doit pouvoir varier entre 25 et 2500 tr/mn (page 14), soit une plage de variation de 1 à 100

Si le moteur comporte une tachymétrie, la plage de vitesse possible avec le Rectivar est de 1 à 300 (DT8), donc supérieure à la plage requise

QA-9.5

RTV-84C18Q (DT9) $I_{\text{max}} = 180\text{A}$

QA-9.6

Le variateur est alimenté par le contacteur KM1 : le courant de ligne = 135 A

La catégorie d'emploi est AC3 – La tension du réseau est 400 V

Le nombre de pôles est 3 (triphase sans neutre)

Choix possibles : LC1-D ou LP1-D ou LC1-F

QA-9.7

La tension d'alimentation des bobines est 24 V \sim

Puissance permanente que le transformateur doit fournir : $45+4,5 = 49,5 \text{ VA}$

Puissance d'appel maximale : $550+4,5 = 554,5 \text{ VA}$

Le graphe DT15 donne un transformateur de 250 VA

ABL-6TS25B (250 VA – 24 V)

QA-9.8

- Au primaire (pour remplacer Q3 sur DT12)

$$I = S/U = 250/400 = 0,625 \text{ A}$$

On prend 1,6 fois le courant calculé soit 1 A

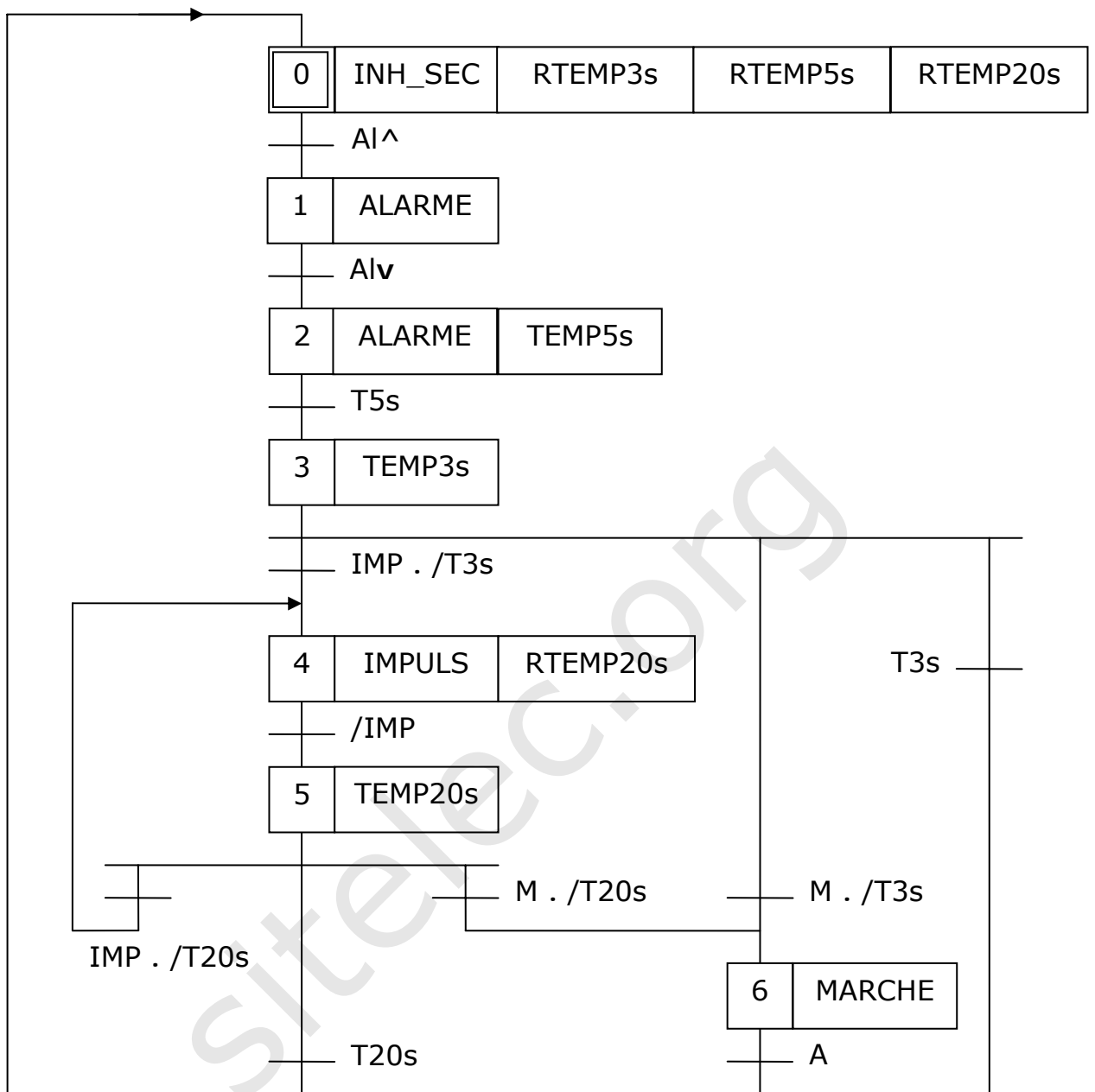
Fusible 1 A de type aM car pointe de courant au primaire, à la mise sous tension du transformateur

- Au secondaire (pour remplacer Q5 sur DT12)

$$I = S/U = 250/24 = 10,4 \text{ A}$$

Fusible 12 A de type gG

QA-11



Dans ce Grafcet, l'accélération, la décélération et l'arrêt d'urgence n'interviennent pas, car ces actions ou ces transitions ne sont pas répertoriées dans le tableau de la page 19 (le sujet précise « utiliser exclusivement »...)

QB-1

	Rotat	Chauf	Annex	Refroi	Coul	Utec2	Utec3
Puissance (kW)	340	85	65	40	200	140	140
cosφ	0,8	1	0,9	0,8	0,85	0,8	0,8
tgφ	0,75	0	0,484	0,75	0,619	0,75	0,75
Ku	0,8	0,8	1	0,8	0,8	0,75	0,75
Ks1	0,75	0,8	0,8	0,75	0,8	0,8	0,8
P (kW) ⁽¹⁾	204	54,4	52	24	128	84	84
Q (kVAR) ⁽²⁾	153	0	25,2	18	79,2	63	63

(1) $P = \text{Puissance} \times K_u \times K_{s1}$

(2) $Q = P \times \text{tg}\phi$

$\Sigma P = 204 + 54,4 + 52 + 24 + 128 + 84 + 84 = 630,4 \text{ kW}$

$\Sigma Q = 153 + 25,2 + 18 + 79,2 + 63 + 63 = 401,4 \text{ kVAR}$

$\text{tg}\phi = 0,64 \quad \text{cos}\phi = 0,84$

$S = \sqrt{\Sigma P^2 + \Sigma Q^2} = \sqrt{630,4^2 + 401,4^2} = 747,3 \text{ kVA}$

Avec $K_{s2} = 0,8$: $S = 747,3 \times 0,8 = 598 \text{ kVA}$ $P = 504 \text{ kW}$ $Q = 321 \text{ kVA}$

On choisit d'après DT21 un transformateur de 630 kVA

QB-2

Tension de service 20 kV Tension nominale 24 kV

Puissance de court-circuit 500 MVA pour 20 kV

On choisit la série 14

IM5 et IM6 alimentent T2 (630 kVA) et T3 (400 kVA) : ils peuvent être parcourus par la somme des courants primaires i_2 et i_3

$i_2 + i_3 = \frac{630\,000}{20\,000 \times \sqrt{3}} + \frac{400\,000}{20\,000 \times \sqrt{3}} = 18,2 + 11,6 = 29,8 \approx 30 \text{ A}$

Cette intensité est bien inférieure à l'intensité nominale de ces cellules (400 A)

QB-3

Solfuse calibre 31,5

$I_A = I_3 \times U_{cc} = 142 \times 4,5\% = 6,4 \text{ A (DT25)}$

$I_B = I(0,1s) / 14 = 320_{(\text{lu sur la courbe})} / 14 = 22,9 \text{ A}$

Donc : $6,4 \text{ A} < 18,2 < 22,9$ le fusible convient

QB-4

	IM1	IM2	IM3	IM4	IM5	IM6	T1	T2	T3
init	F	F	↓ O	F	F	F	1	1	1
1°	F	F	↓ F	↓ F	F	F	1	1	1
2°	↓ F	F	F	↓ O	F	F	1	1	1
3°	↓ O	F	F	O	F	F	1	0	1

Une seule cellule est manœuvrée à la fois

Pour que le poste 2 soit isolé, il faut que IM1 et IM4 soient ouverts

QC-1

On admet que la puissance au point E est la somme arithmétique des puissances données sur le schéma : $\Sigma P = 290 + 50 = 340 \text{ kW}$ et $\cos\phi = 0,8$

$$I_N = \frac{340\,000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,8} = 613 \text{ A}$$

$$I_B = 0,7 I_N = 429 \text{ A}$$

QC-2

$$I_{th} = 0,7 I_N = 429 \text{ A}$$

QC-3

D'après DT26

Réseau équilibré

$$f1=1$$

Aucun risque d'explosion

$$f2=1$$

PR + 40°C

$$f3=0,91$$

Chemin de câbles horizontal + câble multiconducteurs

$$f4=1 (-) \quad \text{E et n°13}$$

Pas de pose sous conduit

$$f5=1$$

2 câbles/phase et n°13

$$f6=0,88$$

1 couche

$$f7=1$$

$$f=f1.f2.f3.f4.f5.f6.f7=0,8$$

$$I_z = I_B / f = 429 / 0,8 = 536 \text{ A}$$

QC-4

$536 / 2 = 268 \text{ A}$ par phase, PR3, letter E, cuivre, soit 95 mm^2 (298)

QC-5

D'après DT38 : si $S_{ph} = 95 \text{ mm}^2$ $S_N = 50 \text{ mm}^2$

QC-6

Portion	L(m)	Matière	Cosφ	S(mm ²)	I _B (A)	ΔU(V)	ΔU%
AB	5	Cu	0,8	2x240	800	0,42	0,1
CD	1	Cu	0,8	800		0	0
DE						0	0
EF	100	Cu	0,8	2x95	400	8,3	2,1

Pour AB

$$\Delta V = \frac{0,012 \times 400 \times 5}{100} = 0,24 \text{ v} \quad \Delta U = \sqrt{3} \Delta V = 0,42 \text{ v} \quad \Delta U\% = \frac{0,42 \times 100}{400} = 0,1\%$$

Pour EF

$$\Delta V = \frac{0,024 \times 200 \times 100}{100} = 4,8 \text{ v} \quad \Delta U = \sqrt{3} \Delta V = 8,3 \text{ v} \quad \Delta U\% = \frac{8,3 \times 100}{400} = 2,1\%$$

(ΔV : chute de tension par phase ΔU : chute de tension entre phases)

QC-7

La chute de tension globale est donc de $2,2\% < 6\%$ (éclairage poste privé)

Cette valeur est acceptable

QC-8

D'après DT21, pour un transformateur 630 kVA en 380 V, les pertes cuivre sont $10\,200 \text{ W}$, soit $10,2 \text{ kW}$. On prendra pour la suite 10 kW

QC-9

Partie de l'installation	Résistances (mΩ)	Réactances (mΩ)
Réseau amont 500 MW	$Z_1 = \frac{U_0^2}{P} = \frac{410^2}{500 \times 10^6} = 0,33$	
	$R_1 = Z_1 \cos \varphi = 0,33 \times 0,15 = 0,05$	$X_1 = Z_1 \sin \varphi = 0,33 \times 0,98 = 0,32$
Transformateur S = 630 kVA U _{cc} = 4,5% U = 410 V P _{cu} = 10 kW	$Z_2 = \frac{U_{cc}}{100} \times \frac{U^2}{S} = \frac{4,5 \times 410^2}{100 \times 630 \times 10^3} = 12$	
	$R_2 = \frac{P_{cu} \times U^2}{S^2} = \frac{10\,000 \times 410^2}{630\,000^2} = 4,23$	$X_2 = \sqrt{Z_2^2 - R_2^2} = \sqrt{12^2 - 4,23^2} = 11,23$
Câble unipolaire cuivre 2 x 240 mm ² / phase Longueur 5 m	$R_3 = \rho \frac{L}{S} = 22,5 \times \frac{5}{480} = 0,23$	$X_3 = 0,12 \times L \times 2 = 0,12 \times 5 \times 2 = 1,2$
Disjoncteur rapide R = 0 Ω X = 0 Ω	R ₄ = 0	X ₄ = 0
Jeu de barres cuivre Longueur 1m Section 800 mm ²	$R_5 = \rho \frac{L}{S} = 22,5 \times \frac{1}{800} = 0,028$	$X_5 = 0,15 \times L = 0,15 \times 1 = 0,15$
Disjoncteur rapide R = 0 Ω X = 0 Ω	R ₆ = 0	X ₆ = 0
Câble unipolaire cuivre 2 x 95 mm ² / phase Longueur 100 m	$R_7 = \rho \frac{L}{S} = 22,5 \times \frac{100}{2 \times 95} = 11,84$	$X_7 = 0,12 \times L \times 2 = 0,12 \times 100 \times 2 = 24$

Pt de CC	R(mΩ)	X(mΩ)	Rt(mΩ)	Xt(mΩ)	Zt(mΩ)	I _{cc} (kA)
A amont	R ₁ =0,05	X ₁ =0,32	0,05	0,32		
A aval	R ₂ =4,23	X ₂ =11,23	4,28	11,55	12,3	19,2
B	R ₃ =0,23	X ₃ =1,2	4,51	12,75	13,5	17,5
C	R ₄ =0	X ₄ =0	4,51	12,75	13,5	17,5
D	R ₅ =0,028	X ₅ =0,15	4,54	12,9	13,68	17,3
E	R ₆ =0	X ₆ =0	4,54	12,9	13,68	17,3
F	R ₇ =11,84	X ₇ =24	16,38	36,9	40,37	5,86

QC-10

Court-circuit au point A : $I_{cc} = \frac{U_0}{\sqrt{3} \times Z_t} = \frac{410}{\sqrt{3} \times 12,3} = 19,2 \text{ kA}$

Autre méthode : $I_{cc} = \frac{I_N \times 100}{U_{cc} \%}$ avec $I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3} \times U_0} = \frac{630\,000}{\sqrt{3} \times 410} = 887 \text{ A}$

$I_{cc} = \frac{887 \times 100}{4,5} = 19,7 \text{ kA}$

QC-11

Le temps de coupure du dispositif de protection ne doit pas être supérieur au temps portant la température des conducteurs à la limite admissible

$$\sqrt{t} < \frac{K \times S}{I_{cc}}$$

K = 143 (cuivre, isolant PR) I_{cc} = 5860 A au point F S = 2 x 95 = 190 mm²

Le disjoncteur D1 s'ouvre en 1 s

$\sqrt{t} < \frac{143 \times 190}{5860} = 4,64 \Rightarrow t < 21,5 \text{ s}$ la règle est vérifiée

QC-12

$$R_{\max} = \frac{50}{0,3} = 166 \Omega$$