

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

# CORRIGÉ

CODE : EQVAP

BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET

SESSION 2003

## "Télesiège du Glacier de l'Alpe d'Huez (Isère)"

---

Avant-projet

# Corrigé

QA - Etude de la motorisation du télesiège	: (18 points)	3 h 30 min
QB - Freinage d'arrêt	: (4 points)	0 h 30 min
QC - Alimentation en énergie	: (10 points)	2 h
QD - Etude de la logique de frein	: (8 points)	2 h

**Note globale : / 40 points**

# CORRIGÉ

CODE : EQVAP

BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET

SESSION 2003

## Partie A : Etude de la motorisation du télésiège

### QA-11

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$N_s = L / l$	L = 1946 m l = 20,7	$N_s = 1946 / 20,7 = 94$ sièges

/0,5

### QA-12

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$T_m = L / (2 * V_1)$	L = 1946 m $V_1 = 2,3$ m/s	$T_m = 1946 / (2 * 2,3)$ = 423 sec soit 7 minutes et 3 secondes

/0,5

### QA-13

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$W = m * g * (H_a - H_d)$ m = masse totale des passagers embarqués $m = N_s / 2 * 4 * M_p$	$N_s = 94$ sièges $M_p = 80$ kg $H_a = 3300$ m $H_d = 2932$ m $g = 9,81$ m s <sup>-2</sup>	$W = 94 / 2 * 4 * 80 * 9,81 * (3300 - 2932)$ $W = 54 295,6$ KJoules

/0,5

### QA-14

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$P = W / T_m$	$W = 54 295,6$ Kjoules $T_m = 423$ sec	$P = 54 295,6 / 423$ $P = 128,3$ KW

/0,5

### QA-21

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$N_{mot\ therm} = R * R' * (2 * V_2 / D_p) * (60 / 2 * \pi)$	R = 114,55 R' = 3,37 $V_2 = 1,1$ m.s <sup>-1</sup> $D_p = 4$ m	$N_{mot\ therm} = 114,55 * 3,37 * (2 * 1,1 / 4) * (60 / 2 * \pi)$ $N_{mot\ therm} = 2 027$ tr.min <sup>-1</sup>

/0,5

### QA-22

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$N_{mot\ elect} = R * (2 * V_1 / D_p) * (60 / 2 * \pi)$	R = 114,55 $V_1 = 2,3$ m.s <sup>-1</sup> $D_p = 4$ m	$N_{mot\ elect} = 114,55 * (2 * 2,3 / 4) * 60 / 2 * \pi$ $N_{mot\ elect} = 1 258$ tr.min <sup>-1</sup>

/0,5

# CORRIGÉ

CODE : EQVAP

BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET

SESSION 2003

## QA-23

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$C_{P/poulie} = (T-t) \cdot D_p / 2$	$T = 88000$ $t = 25000$ $D_p = 4 \text{ m}$	$C_{P/poulie} = (88000 - 25000) \cdot 4 / 2$ $C_{P/poulie} = 126\,000 \text{ N.m}$

/0,5

## QA-24

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$C_{P/Axe \text{ moteur}} = C_{P/poulie} \cdot 1/R \cdot 1/\eta_R$	$R = 114,55$ $\eta_R = 0,96$	$C_{P/Axe \text{ moteur}} = 126\,000 \cdot (1/114,55) \cdot 1/0,96$ $C_{P/Axe \text{ moteur}} = 1\,146 \text{ N.m}$

/0,5

## QA-25

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$M = M_{\text{câble}} + M_{\text{nacelle}} + M_{\text{passagers}}$ $= L/2 \cdot M_c + N_s/2 \cdot M_n + N_s/2 \cdot 4 \cdot M_p$	$L = 1946 \text{ m}$ $M_c = 5,74 \text{ kg.m}^{-1}$ $N_s = 94 \text{ sièges}$ $M_n = 160 \text{ kg}$ $M_p = 80 \text{ kg}$	$M = (1946/2 \cdot 5,74) + (94/2 \cdot 160) + (94/2 \cdot 4 \cdot 80)$ $= 5\,585 + 7\,520 + 15\,040$ $M = 28\,145 \text{ kg}$

/0,5

## QA-26

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$M' = M_{\text{câble}} + M_{\text{nacelle}}$ $= L/2 \cdot M_c + N_s/2 \cdot M_n$	$L = 1946 \text{ m}$ $M_c = 5,74 \text{ kg.m}^{-1}$ $N_s = 94 \text{ sièges}$ $M_n = 160 \text{ kg}$	$M' = (1946/2 \cdot 5,74) + (94/2 \cdot 160)$ $M' = 5\,585 + 7\,520$ $M' = 13\,105 \text{ kg}$

/0,5

## QA-27

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
Appliquer le principe fondamental de la dynamique $C_{\text{dém/axe moteur}} - C_{P/Axe \text{ moteur}} = (D_p/2) \cdot (M + M') \cdot a \cdot (1/R) + (J_m + J_{eq}) \cdot (a/(D_p/2)) \cdot R$	$C_{P/Axe \text{ moteur}} = 1146 \text{ mN}$ $D_p = 4 \text{ m}$ $M = 28\,145 \text{ Kg}$ $M' = 13\,105 \text{ Kg}$ $a = 0,5 \text{ m.s}^{-2}$ $R = 114,55$ $J_m = 8,2 \text{ kg.m}^2$ $J_{eq} = 15 \text{ kg.m}^2$ $\eta_R = 0,96$	$C_{\text{dém/axe moteur}} = 1146 +$ $(4/2) \cdot (28\,145 + 13\,105) \cdot 0,5 \cdot (1/114,55) / 0,96 +$ $(15 + 8,2) \cdot (0,5 / (4/2)) \cdot 114,55$ $C_{\text{dém/axe moteur}} = 1146 + 375,1 + 664,4$ $C_{\text{dém/axe moteur}} = 2185 \text{ m.N} = 218,5 \text{ daN.m}$

/2

# CORRIGÉ

CODE : EQVAP

BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET

SESSION 2003

## QA-28

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$t = V_1 / a$	$V_1 = 2,3 \text{ m.s}^{-1}$ $a = 0,5 \text{ m.s}^{-2}$	$t = 2,3 / 0,5$ $t = 4,6 \text{ sec}$

/1

## QA-31 : Couple équivalent thermique $C_{et}$

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$C_{et} = \sqrt{\frac{C_D^2 \cdot T_D + C_M^2 \cdot T_F}{T}}$	$C_M = 1050 \text{ Nm}$ $C_D = 2100 \text{ Nm}$ $T = 360 \text{ s}$ $T_D = 8 \text{ s}$	$C_{et} = \sqrt{\frac{2100^2 \cdot 8 + 1050^2 \cdot 352}{360}} = 1084 \text{ Nm}$

/1

## QA-32 : Critères de choix et référence du moteur

Critères de choix	Valeurs numériques	Référence du moteur
Gamme fonte Vitesse Couple nominal : $C_{et}$ Couple de démarrage	1300 tr.mn <sup>-1</sup> 1084 Nm 2100 Nm	<b>M2BA 315 MLA 4</b>

/1

## QA-41 : Critères de choix et référence du variateur (sans l'altitude)

Critères de choix	Valeurs numériques	Référence du variateur
Courant Tension réseau	545 A 400 V	<b>ACS 607-0400-3</b>

/1

## QA-42 : Choix et référence du moteur en tenant compte de l'altitude

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$I_{max} = I_{N40^\circ C} \cdot 100\% - 1\%[(h - 1000\text{m})/100\text{m}]$  On ne tient pas compte de la température.	$H = 3300 \text{ m}$ $I_{N40^\circ C} = 600 \text{ A}$	$I_{max} = 600 \cdot 100\% - 1\%[(3300 - 1000\text{m})/100\text{m}]$ $= 600 \cdot 0,77 = 462\text{A}$
Référence du variateur <b>ACS 607-0490-3</b>	Validation de la nouvelle référence $I_{max} = 751 \cdot 0,77 = 578 \text{ A}$	
	Ce qui est supérieur au courant moteur de 545 A : ce variateur convient.	

/1

/1

# CORRIGÉ

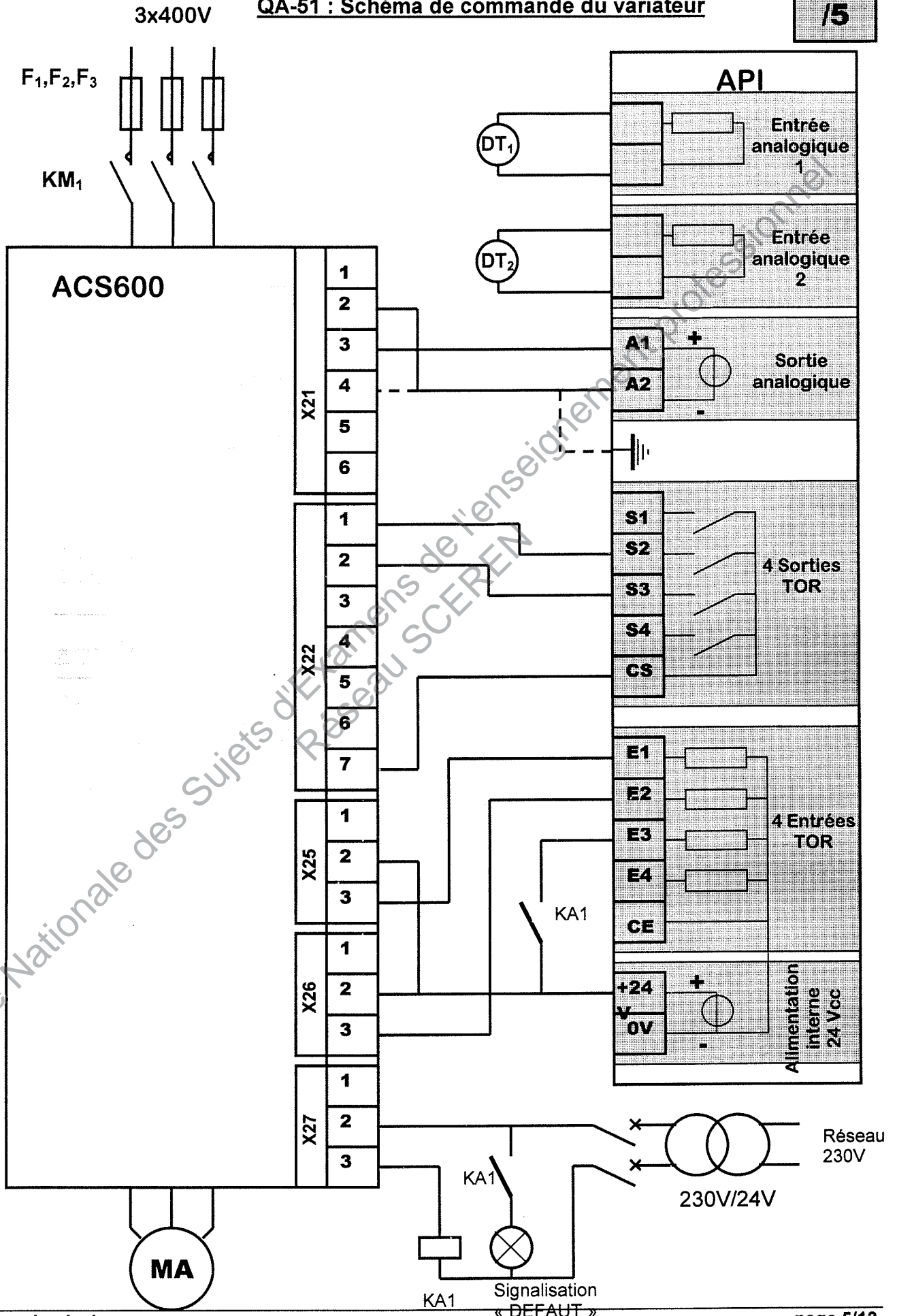
CODE : EQVAP

BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET

SESSION 2003

## QA-51 : Schéma de commande du variateur

/5



# CORRIGÉ

CODE : EQVAP

BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET

SESSION 2003

## Partie B : Freinage d'arrêt

### QB-1

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$F_T = (C_f/2)/(D_f/2)$	$C_f = 250 \text{ daN.m}$ $D_f = 0,69 \text{ m}$	$F_T = (250/2)/(0,69/2)$ $F_T = 362 \text{ daN}$

/1

### QB-2

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
$F_N = F_T / f_0$	$F_T = 362 \text{ daN}$ $f_0 = 0,3$	$F_T = 362 / 0,3$ $F_T = 1207 \text{ daN}$

/1

### QB-3

Relations utilisées	Données	Application numérique et résultats
Principe fondamental de la statique : équilibre de l'ensemble mâchoire et patin. Equation de moment en A $AB/y * F_N - AC/x * F_C = 0$	$AB/y = 130 \text{ mm}$ $F_N = 1\,200 \text{ daN}$ $AC/x = 190 \text{ mm}$	$AB/y * F_N - AC/x * F_C = 0$ $F_C = (AB/y * F_N) / AC/x$ $F_C = (130 * 1\,200) / 190$ $F_C = 821 \text{ daN}$

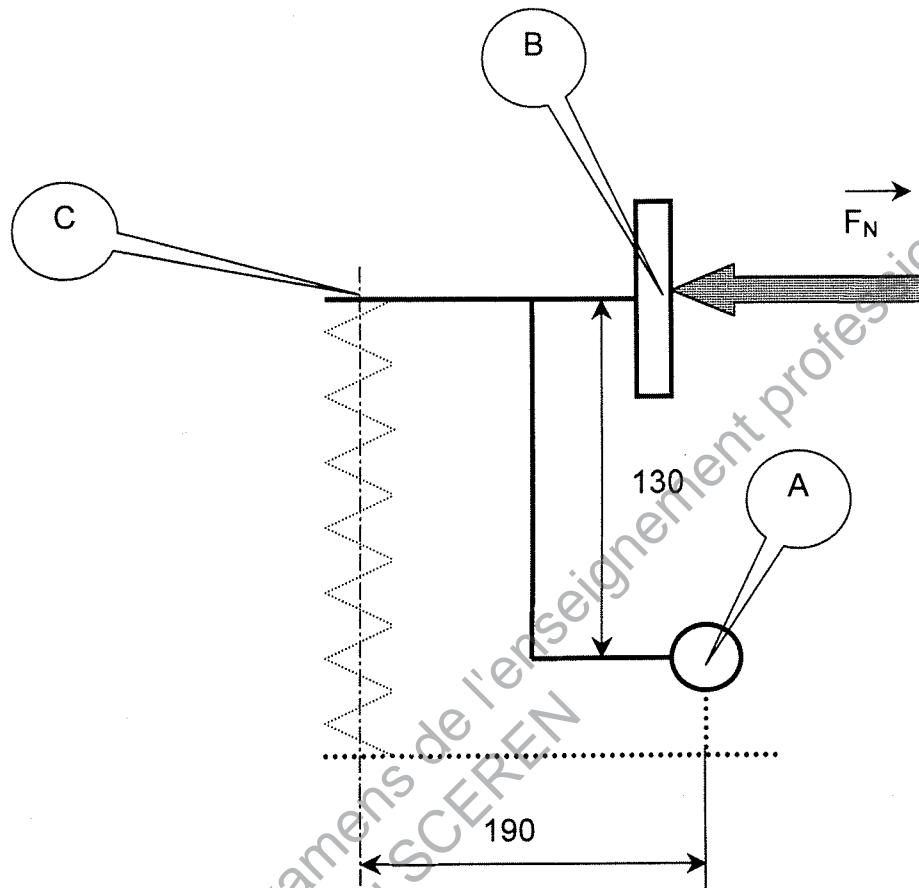
/1

# CORRIGÉ

CODE : EQVAP

BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET

SESSION 2003



**QB-4**

Montage en opposition : même effort encaissé par chacune des rondelles élastiques  
Ecrasement total égal à la somme de l'écrasement de chacune des rondelles élastique permettant un **réglage plus fin , plus précis et plus facile de l'effort** .

Montage en opposition : écrasement identique pour chacune des rondelles élastiques. Cela constitue un ressort équivalent d'une grande raideur et d'un très faible encombrement. Réglage de l'effort souhaité difficile à être précis.

**/0,5**

**QB-5**

Effort total souhaité de 850 daN minimum soit un effort sur chacune des rondelles élastiques de 850 daN ( montage en série) dans le cas d'écrasement des rondelles à 0, fois leur épaisseur.

Effort  $P = 0,5 * H_0$

$H_0$  : hauteur de la rondelle élastique

Choix de la rondelle : série épaisse A

de type :  $d_R = 30 \text{ mm}$   $D_R = 563 \text{ mm}$   $H_0 = 1,4 \text{ mm}$

Ecrasement ( ou flèche) de chacune des rondelles :  $f = 0,5 * H_0 = 0,5 * 1,4 = 0,7 \text{ mm}$

Ecrasement total de l'empilage des rondelles :  $f_{\text{total}} = \text{Nb rondelles} * f = 12 * 0,7 = 8,4 \text{ mm}$

**/0,5**



# CORRIGÉ

CODE : EQVAP

BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET

SESSION 2003

## Partie C : Alimentation en énergie

### QC-11 : Bilan de puissance

Moteur  $P_u = 280 \text{ kW}$  rendement 0,967 (doc) soit  $P_a = 280 / 0,967 = 299,5 \text{ kW}$

Variateur rendement 0,98 soit  $P_a = 299,5 / 0,98 = 305,6 \text{ kW}$

Facteur de puissance du variateur mini 0,93

Soit  $S = P / \text{fdp} = 305,6 / 0,93 = 328,6 \text{ kW}$  et  $Q = 120,8 \text{ kVAR}$

Auxiliaires  $S = 20 \text{ kVA}$ , fdp 0,8 soit  $P = 20 \cdot 0,8 = 16 \text{ kW}$  et  $Q = 20 \cdot 0,6 = 12 \text{ kVAR}$

Total  $P = 305,6 + 16 = 321,6 \text{ kW}$  et  $Q = 120,8 + 12 = 132,8 \text{ kVAR}$

$S = 348 \text{ kVA}$  et un courant en ligne  $I = 348\,000 / (400 \sqrt{3}) = 502 \text{ A}$

**P = 321,6 kW****S = 348 kVA****I ligne = 502 A****/2**

### QC-12 : Harmoniques de courant

Le pont de diodes triphasé produit des harmoniques de courant de rang 5 et 7, aucune de rang 3 et 9.

Il n'y a donc pas de courant harmonique dans le neutre, puisque celui-ci ne véhicule que des harmoniques de rang 3 et multiple : moins de 2%.

**/1**

### QC-21 : Courant fictif l'z

Lettre de sélection et justification	Facteurs de correction et justification	Courant fictif l'z
D Câbles enterrés	$K_4=1$ 1 circuit $K_5=1$ jointifs 1 couche $K_6=1,13$ terrain humide $K_7=1,07$ sol à 10°C $K_n=1$ neutre non chargé $K_s=0,8$ symétrie non respectée  $K=K_4.K_5.K_6.K_7.K_n.K_s=0,967$	$I'z = I_z / K = 0,967.450 =$ <b>465 A</b>

**/1**

# CORRIGÉ

CODE : EQVAP

BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET

SESSION 2003

## QC-22 : Nombre et section des conducteurs

	Conducteurs de phase	Conducteurs de neutre	Conducteurs de protection
Nombre	2	1	1
Section	120 <sup>2</sup>	120 <sup>2</sup>	120 <sup>2</sup>
Justification éventuelle	Tableau de choix	Faiblement chargé et section de cuivre > 16 <sup>2</sup>  Réduction maxi à  Sph /2	Section égale à celle du N

/1

## QC-31 : Rôle joué par le disjoncteur de source DJS.

Le disjoncteur de source a pour fonctions :

- de protéger le câble de liaison entre groupe et station contre les échauffements excessifs
- de protéger les personnes contre les contacts indirects lors d'un défaut d'isolement par coupure au premier défaut

/1

## QC-32 : Calcul du courant de court circuit.

$$\text{Groupe 410 kVA } I_n = S / \sqrt{3} U = 410 / \sqrt{3} \cdot 400 = 591 \text{ A}$$

$$I_{cc} = I_n / X'd = 591 / 0,3 = 1972 \text{ A}$$

/1

# CORRIGÉ

CODE : EQVAP

BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET

SESSION 2003

## QC-33 : Choix du disjoncteur et réglages

### Disjoncteur et déclencheur :

Docs => 510 kVA 400V => disjoncteur **NS630N + STR23SE**

### Réglages :

Réglage long retard  $I_r = I_z / I_n = 450 / 630 = 0,71$

On doit vérifier que  $I_m \times k < I_{cc}$

$I_{cc} = 1972A$  et  $k = 15\%$  soit  $296 A$

Il faut donc que  $I_m$  soit  $<$  à  $1972 - 296 = 1676 A$

Ce qui correspond au réglage  $I_m / I_r = 1676 / 450 = 3,7$

12

## QC-34 : Protection des personnes

### Cause de la limitation de la longueur des câbles :

Sur de longs départs, la protection des personnes n'est plus assurée dans le cas ou un défaut phase / terre ne fait pas réagir le déclencheur court retard.

### Vérification :

La documentation donne : 
$$L_{max} = \frac{0,8.V.S_{ph}}{\rho(1+m)I_{mag}} = \frac{0,8.230.240}{22.5.10^{-3} \cdot (1+0,5) \cdot 1676} = 781m$$

La sécurité est assurée très largement.

### Recommandations en circuits terminaux :

Il est recommandé de placer des DDR sur les circuits terminaux.

11

# CORRIGÉ

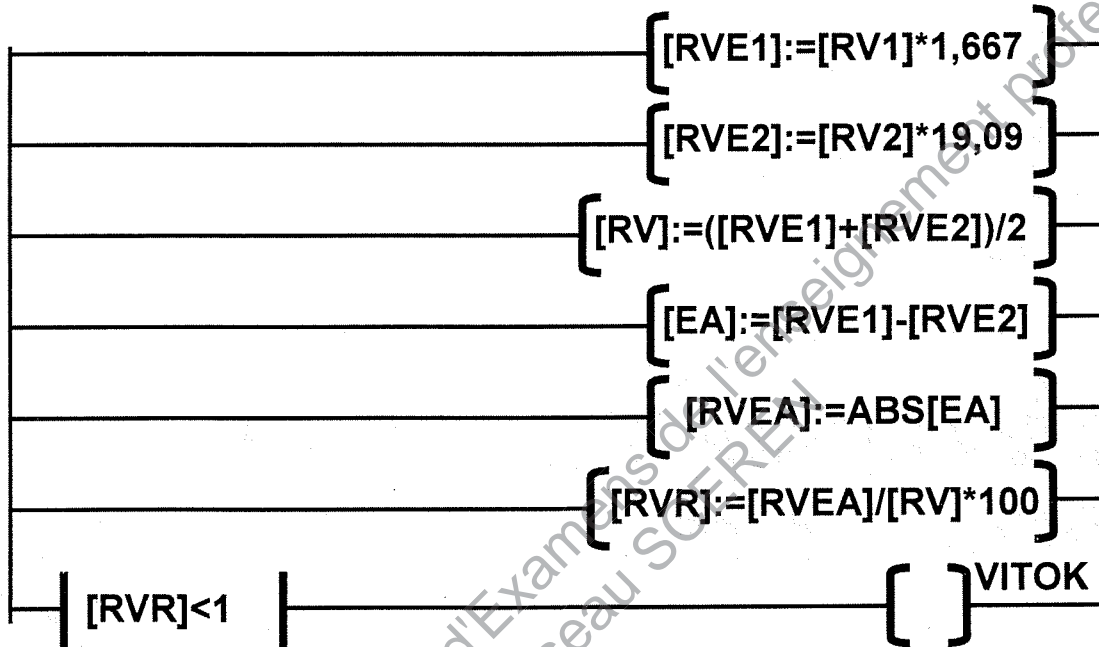
CODE : EQVAP

BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET

SESSION 2003

## Partie D : Etude de la logique de frein

### QD-1 : Elaboration du signal « VITOK »



14

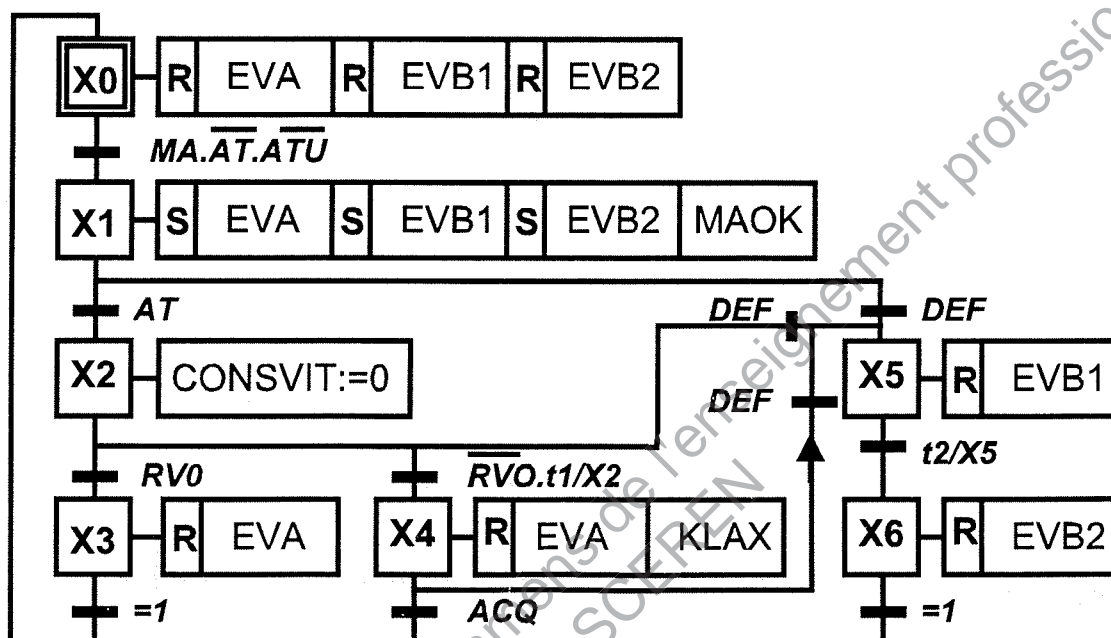
# CORRIGÉ

CODE : EQVAP

BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET

SESSION 2003

## QD-2 : Etude de la gestion des freins



14