



BTS BLANC 1

2023

<p>ETUDE DES SYSTEMES ELECTRIQUES (ESE)</p>
--

FILIERE ELECTROTECHNIQUE

Durée 5H

Coefficient 4

Cette épreuve comporte 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13

Corps du sujet : pages 1/13 à 6/13

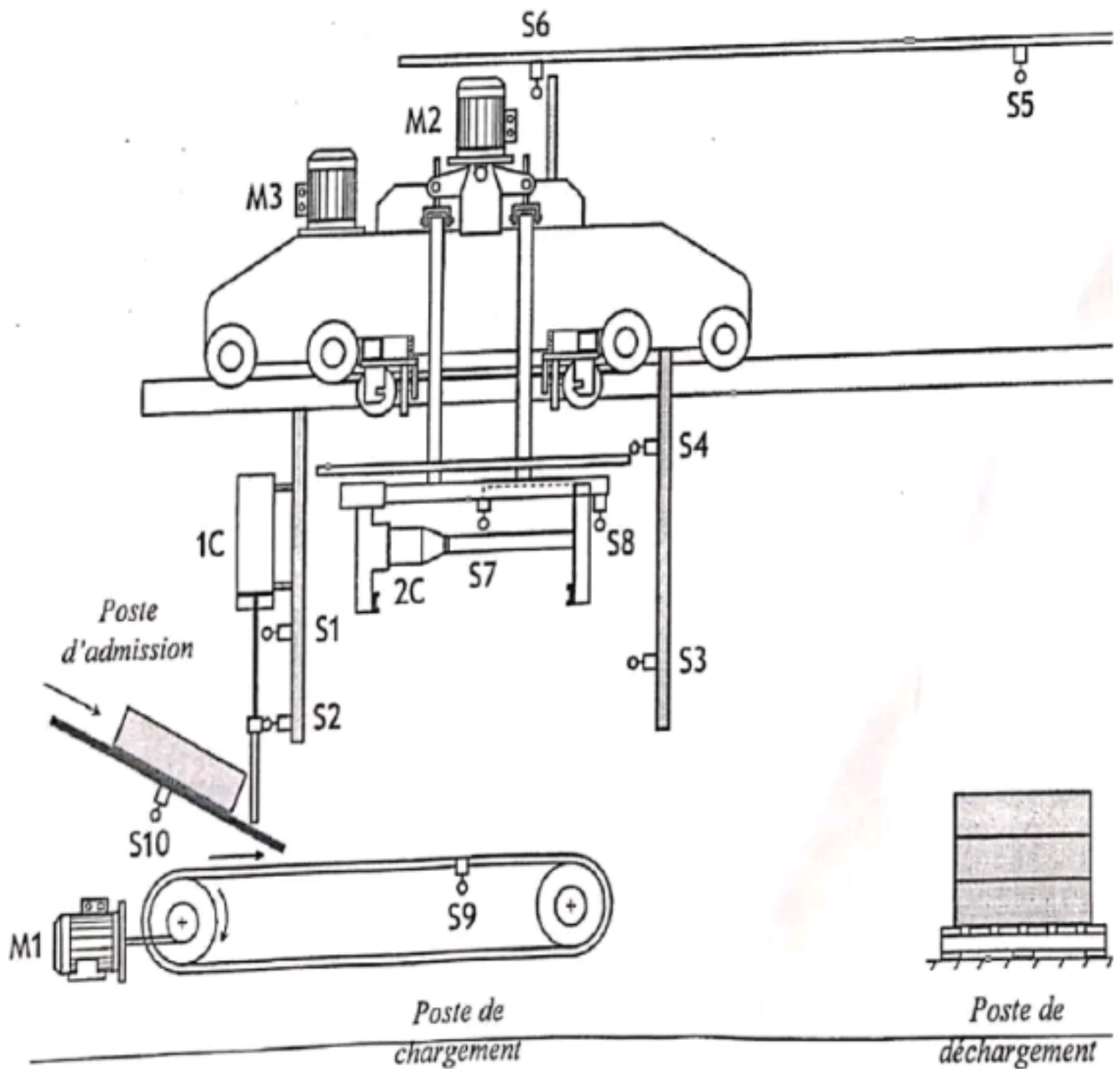
Documents constructeurs : pages 7/13 à 13/13

AUCUN DOCUMENT AUTORISE

TRANSFERT DE BARRES METALLIQUES

1. CAHIER DES CHARGES

1.1. Synoptique



L'installation de transfert de barres métalliques comporte:

- un chariot équipé d'un système de levage,
- un poste de chargement
- un poste de déchargement
- un tapis roulant entraîné par un moteur M1

1.3-Fonctionnement

Dans une usine de fabrication de métaux, on désire automatiser une unité de transfert de barres métalliques d'un poste de chargement vers un poste de déchargement.

Les pièces arrivent par gravité au poste d'admission, bloquées par le vérin 1C.

Conditions initiales :

- Pièce présente au poste d'admission et bloquée
- poste de chargement vide
- pince au poste de chargement, ouvert et en position haute ;

Si les conditions initiales sont réunies, une action sur le bouton poussoir "départ cycle" met en marche le tapis. Cinq secondes après la mise en marche du tapis, la tige du vérin 1C rentre et ressort aussitôt : La pièce est emmenée au poste de chargement et le tapis s'arrête.

La pince descend, saisit la pièce et remonte. Quand la pince arrive en position haute, elle translate en petite vitesse jusqu'au poste de déchargement. La pince descend, décharge la pièce, remonte et retourne au poste de chargement en grande vitesse.

Quand il y a toujours des pièces présentes, le cycle précédent s'effectuera quatre (4) fois avant de s'arrêter. Il ne reprendra que sur un nouvel ordre de "départ cycle".

Dans le cas contraire, rupture de stock de pièces au poste d'admission, le système s'arrête en fin de cycle.

1.4-Nomenclature

1. 4.1-Capteur et auxiliaires de commande

REPERES	DESIGNATION
S1	Capteur de fin de course vérin 1C rentré
S2	Capteur de fin de course vérin 1C sortie
S3	Capteur de fin de course pince en position basse
S4	Capteur de fin de course pince en position haute
S5	Capteur de fin de course pince au poste de déchargement
S6	Capteur de fin de course pince au poste de chargement
S7	Capteur de fin de course pince fermée
S8	Capteur de fin de course pince ouverte
S9	Capteur de fin de course barre métallique au poste de chargement
S10	Capteur de fin de course pièce présente au poste d'admission
S11	Bouton poussoir départ cycle
S12	Bouton poussoir arrêt d'urgence
S13	Bouton poussoir d'initialisation

1-4.2. Actionneur et Pré-actionneur

ACTION	ACTIONNEURS	PRE-ACTIONNEUR	
Rotation du tapis	Moteur asynchrone triphasé à cage M1 P=10kW ; Cosφ=0,71 ; η=0,82 Démarrage RS, 2 temps ; U=400V	Contacteur : KM1 de ligne	
Descente de la pince	Moteur asynchrone triphasé à bague M2, 3 temps	Contacteur : KM3	
Montée de la pince	P=30kW ; Cosφ=0,71 ; η=0,93 I _d /I _n =3 ; U=400V ; I _r =50A	Contacteur : KM4	
Translation avant	Moteur asynchrone triphasé M3, piloté par un variateur de vitesse	Contacteur de ligne : KM5	
Translation arrière		Contacteur de ligne : KM50	
Fermeture de poste d'admission	1C : Vérin pneumatique double effet	Distributeur à double pilotage électrique	1D+
Ouverture de poste d'admission			1D-
Ouverture pince	2C : Vérin pneumatique double effet	Distributeur à double pilotage électrique	2D+
Fermeture pince			2D-

N.B :

- Pour le moteur M2 : **KM6** contacteur de court-circuitage intermédiaire couplé en **D**
KM7 contacteur de court-circuitage des enroulements rotoriques couplé en **V**
- Pour le moteur M1: **KM2** Contacteur de mise en service des résistances
- Pour le moteur M3, les marches en grande vitesse et petite sont obtenus par le paramétrage du variateur de vitesse

1-5 .Sécurité et alimentation

- L'unité de transfert de barres métallique est alimentée par un poste d'abonné HTA/BT : 20 kV /400 V - 50 Hz. Le régime de neutre est du type TN-C-R
- la protection est assurée par un disjoncteur magnétothermique sous régime TN-C
- La commande s'effectue en 230V - 50 Hz.
- les capteurs ont deux contacts (O + F) et interviennent si nécessaire dans la commande.
- Un disjoncteur magnétothermique D0 est en tête de l'installation.
- Le relais thermiques F2 assure la protection thermique des moteurs M2,
- Le sectionneur porte-fusible tripolaires Q2 est en tête du circuit terminal du moteur M2. Ce sectionneur dispose de 2 contacts de pré coupure.
- Le disjoncteur moteur Q1 est en tête du circuit terminal du moteur M1
- Toutes les masses métalliques sont reliées à la terre.

1-6. Gestion de l'unité

La gestion de l'unité est assurée par un API. L'API ne lance que les contacteurs de ligne lors de la gestion du système.

2-TRAVAIL DEMANDE

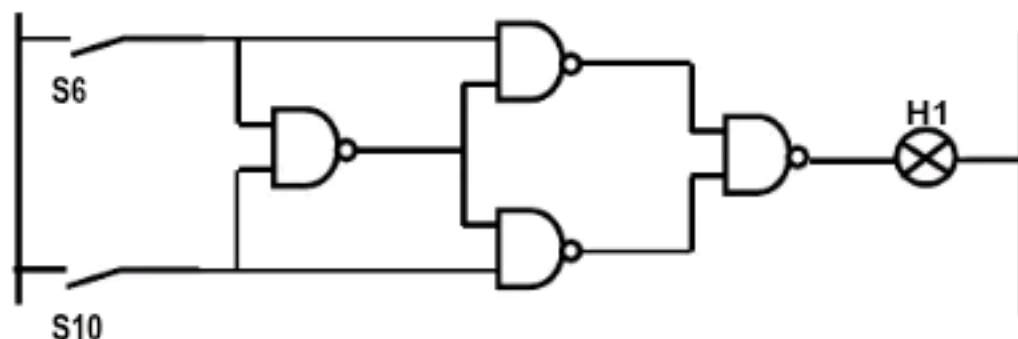
NB : LA PREMIÈRE PARTIE EST A TRAITER SÉPARÉMENT DE LA DEUXIÈME SUR DES COPIES DIFFÉRENTES.

2.1/ PREMIÈRE PARTIE : SSA

2.1.1- Conformément au cahier des charges, décrivez le fonctionnement de ce SAP selon un grafcet:

- 2.1.1.1) du point de vue système
- 2.1.1.2) du point de vue partie opérative
- 2.1.1.3) du point de vue partie commande

2.1.2- Le circuit de sécurité régissant le fonctionnement automatique de la pince est le suivant :



a- Dressez la table de vérité du voyant de signalisation H1.

b- Déterminez l'expression algébrique (équation booléenne) de H1.

2.1.3- Que signifie API ? Qu'est-ce que c'est ? A quel sous ensemble du SAP appartient-il ?

2.2/ DEUXIÈME PARTIE : TECHNOLOGIE ET ETUDE D'EQUIPEMENT

2.2.1) SCHEMA

2.2.1.1- Tracez le schéma du circuit de puissance des moteurs M1 et M2 conformément aux normes de sécurité du cahier des charges, transformateur de livraison et appareils de protection y compris, sachant que le moteur M1 est protégé par un disjoncteur moteur.

2.2.1.2- Tracez le schéma de la plaque à bornes du moteur M1 muni du couplage

2.2.1.3- Tracez le schéma fonctionnel du moteur M2

2.2.2) TECHNOLOGIE ET CHOIX DES APPAREILLAGES

Toutes les références des contacteurs doivent être complétées par le symbole alphanumérique de la tension d'alimentation du circuit de commande (230V-50Hz).

2.2.2.1- Choisissez l'appareillage du moteur M2. Ce démarrage à 3 temps et les contacteurs intermédiaires et de court-circuit sont respectivement couplés en triangle et en V. Chaque temps intermédiaire dure 4 secondes et le moteur démarre 120 fois par heure.

2.2.2.2- Choisissez les contacteurs du circuit de puissance du moteur M1. Ce moteur doit fonctionner pendant 20 heures par jour, 312,5 jours par an à raison de 240 manœuvres par heure. On souhaite qu'il n'y ait pas d'entretien avant 4 ans.

2.2.2.3- On désire choisir le disjoncteur moteur Q1 comme l'indique la figure 1 de la page 5/12.

- Qu'est-ce que le pouvoir de coupure d'un disjoncteur ?
- Calculez le courant de court-circuit symétrique et asymétrique au point A par la méthode des impédances (**voir document 7 page 13/13**)
- Lequel des deux courants calculés permet de déterminer le PdC du disjoncteur moteur ?

2.2.2.4- Quelle différence y a-t-il entre l'endurance électrique et l'endurance mécanique d'un contacteur ?

2.2.3) SCHEMA DE LIASON A LA TERRE

2.2.3.1- Que signifie TN-C-R

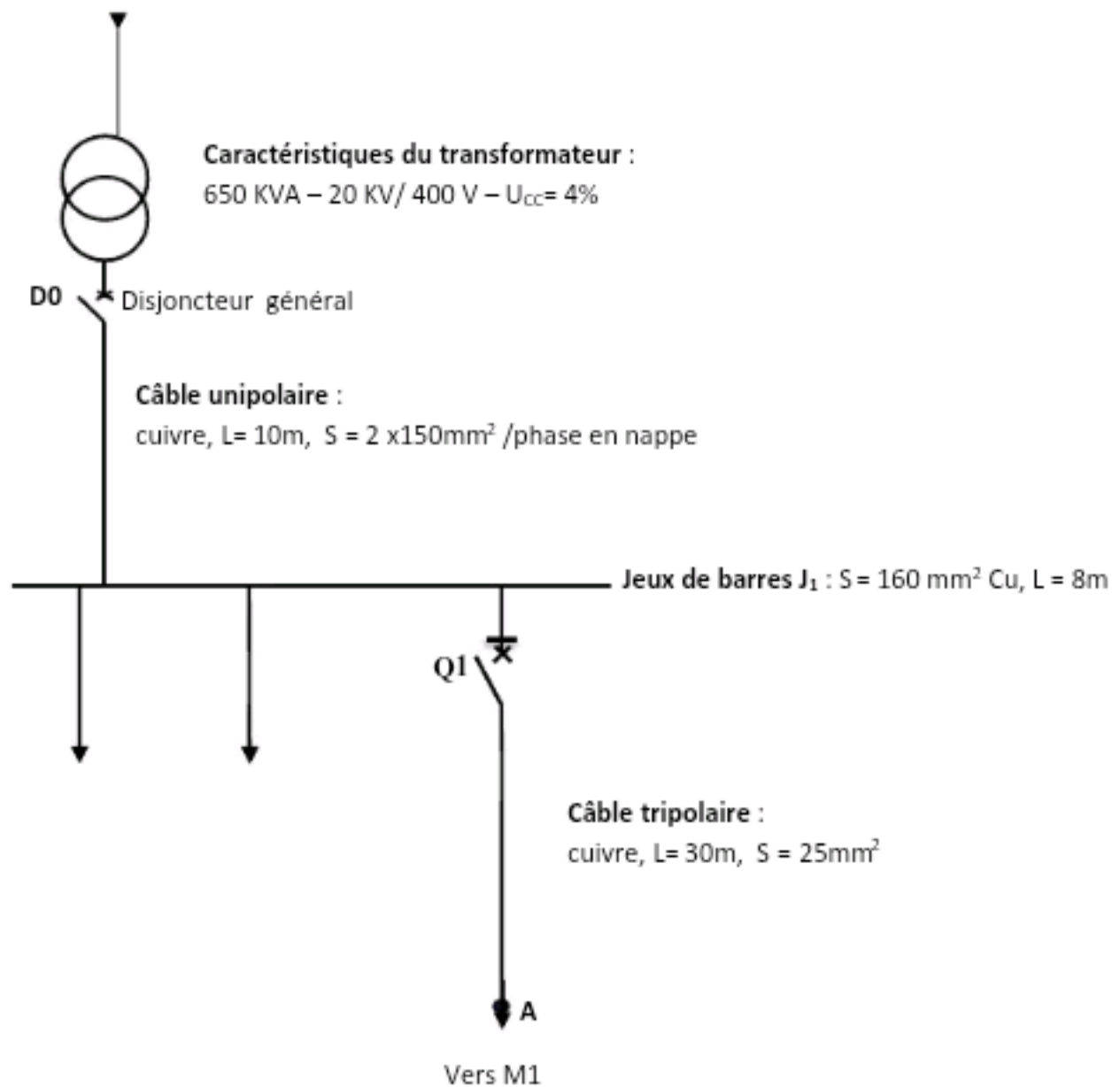
2.2.3.2- Déterminez la longueur maximale du câble d'alimentation du moteur M1 pour que la protection des personnes en cas d'un défaut d'isolement soit assurée.

On donne : $\rho = 22,5 \cdot 10^{-3} \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ pour le cuivre, $I_{\text{mag}} = 6 \text{kA}$; $S = 25 \text{mm}^2$ (on suppose que $S_{\text{pe}} = S_{\text{ph}}$)

2.2.3.3- La protection des personnes contre les contacts indirects est-elle assurée si l'on se réfère à la figure 1 ? Justifiez votre réponse.

Figure 1 : Schéma unifilaire de l'installation

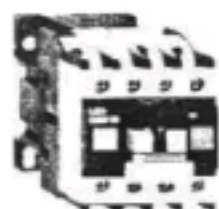
Réseau amont CIE : $S_{\text{cc}} = 500 \text{MVA}$; $U = 20 \text{kV}$



Contacteurs tripolaires

pour commande de moteurs (de 9 à 95 A en AC-3)
pour commande de circuits de distribution (de 25 à 125 A en AC-1)

Circuit de commande : courant alternatif



LC1-D0901



LC1-D2510



LC1-D9511

Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3						Courant assigné J'emploi en AC-3 en AC-1		Contacts auxiliaires instantanés	Référence de base à compléter par le repère de la tension (2) Fixation, raccordement (1)	Masse	
220V kW	380V kW	415V kW	440V kW	500V kW	660V kW	en AC-3 jusqu'à A	en AC-1 θ < 40 C jusqu'à A				Tensions usuelles
2,2	4	4	4	5,5	5,5	9	25	- -	LC1-D0900 (3)	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
								1 -	LC1-D0910	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
								- 1	LC1-D0901	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
3	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5	12	25	- -	LC1-D1200 (3)	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
								1 -	LC1-D1210	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
								- 1	LC1-D1201	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
4	7,5	9	9	10	10	18	32	- -	LC1-D1800 (3)	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
								1 -	LC1-D1810	B7 E7 F7 M7 Q7	0,350
								- 1	LC1-D1801	B7 E7 F7 M7 Q7	0,350
5,5	11	11	11	15	15	25	40	- -	LC1-D2500 (3)	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
								1 -	LC1-D2510	B7 E7 F7 M7 Q7	0,505
								- 1	LC1-D2501	B7 E7 F7 M7 Q7	0,505
7,5	15	15	15	18,5	18,5	32	50	- -	LC1-D3200 (3)	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
								1 -	LC1-D3210	B7 E7 F7 M7 Q7	0,525
								- 1	LC1-D3201	B7 E7 F7 M7 Q7	0,525
11	18,5	22	22	22	30	40	60	1 1	LC1-D4011	B5 E5 F5 M5 Q5	1,150
15	22	25	30	30	33	50	80	1 1	LC1-D5011	B5 E5 F5 M5 Q5	1,150
18,5	30	37	37	37	37	65	80	1 1	LC1-D6511	B5 E5 F5 M5 Q5	1,150
22	37	45	45	55	45	80	125	1 1	LC1-D8011	B5 E5 F5 M5 Q5	1,500
25	45	45	45	55	45	95	125	1 1	LC1-D9511	B5 E5 F5 M5 Q5	1,500

(1) Pour LC1-D09 à D32 : par encliquetage sur profilé de 35 mm AM1-DP.

Pour LC1-D40 à D95 : par encliquetage sur profilé de 35 mm AM1-DE ou de 75 mm AM1-DL.

Bornes puissance : LC1-D09 à D95 protégées contre le toucher et vis maintenues desserrées.

(2) Tensions du circuit de commande existantes (délai variable, consulter nos représentants ou agents locaux).

Volts	24	42	48	110	220/230	230	240	380/400	400	415	440	500	660
50 Hz	B5	D5	E5	F5	M5	P5	U5	Q5	V5	N5	R5	S5	Y5
60 Hz	B6	D6	E6	F6	M6	-	U6	Q6	-	-	R6	-	-
50/60 Hz	B7	D7	E7	F7	M7	-	U7	Q7	V7	N7	R7	-	-

Autres tensions entre 24 et 660 V. consulter nos représentants ou agents locaux.

RELAIS THERMIQUES : TABLEAU DE CHOIX



LRD 08**



LRD 21**



LRD 33**



LRD 083**

Relais de protection thermique différentiels à associer à des fusibles

Relais compensés, à réarmement manuel ou automatique,

- avec visualisation du déclenchement,
- pour courant alternatif ou continu.

zone de réglage du relais	fusibles à associer au relais choisi		pour association avec contacteur LC1	réf.
	aM	gG		
A	A	A		
classe 10 A (1) avec raccordement par vis-étriers ou connecteurs				
0,10... 0,16	0,25	2	D09... D38	LRD 01
0,16... 0,25	0,5	2	D09... D38	LRD 02
0,25... 0,40	1	2	D09... D38	LRD 03
0,40... 0,63	1	2	D09... D38	LRD 04
0,63... 1	2	4	D09... D38	LRD 05
1... 1,6	2	4	D09... D38	LRD 06
1,6... 2,5	4	6	D09... D38	LRD 07
2,5... 4	6	10	D09... D38	LRD 08
4... 6	8	16	D09... D38	LRD 10
5,5... 8	12	20	D09... D38	LRD 12
7... 10	12	20	D09... D38	LRD 14
9... 13	16	25	D12... D38	LRD 16
12... 18	20	35	D18... D38	LRD 21
16... 24	25	50	D25... D38	LRD 22
23... 32	40	63	D25... D38	LRD 32
30... 38	40	80	D32 et D38	LRD 35
17... 25	25	50	D40... D95	LRD 3322
23... 32	40	63	D40... D95	LRD 3353
30... 40	40	100	D40... D95	LRD 3355
37... 50	63	100	D40... D95	LRD 3357
48... 65	63	100	D50... D95	LRD 3359
55... 70	80	125	D50... D95	LRD 3361
63... 80	80	125	D65... D95	LRD 3363
80... 104	100	160	D80 et D95	LRD 3365
80... 104	125	200	D115 et D150	LRD 4365
95... 120	125	200	D115 et D150	LRD 4367
110... 140	160	250	D150	LRD 4369
80... 104	100	160	(2)	LRD 33656
95... 120	125	200	(2)	LRD 33676
110... 140	160	250	(2)	LRD 33696
classe 10 A (1) avec raccordement par bornes à ressort (montage direct sous contacteur uniquement)				
0,10... 0,16	0,25	2	D09... D38	LRD 013
0,16... 0,25	0,5	2	D09... D38	LRD 023
0,25... 0,40	1	2	D09... D38	LRD 033
0,40... 0,63	1	2	D09... D38	LRD 043
0,63... 1	2	4	D09... D38	LRD 053
1... 1,6	2	4	D09... D38	LRD 063
1,6... 2,5	4	6	D09... D38	LRD 073
2,5... 4	6	10	D09... D38	LRD 083
4... 6	8	16	D09... D38	LRD 103
5,5... 8	12	20	D09... D38	LRD 123
7... 10	12	20	D09... D38	LRD 143
9... 13	16	25	D12... D38	LRD 163
12... 18	20	35	D18... D38	LRD 213
16... 24	25	50	D25... D38	LRD 223

classe 10 A (1) avec raccordement par cosses fermées

choisir la référence du relais parmi ceux avec vis-étriers ou connecteurs et ajouter en fin de référence :

- le chiffre 6 pour les relais du LRD 01 au LRD 35
- A66 pour les relais du LRD 3322 au LRD 3365.

Les autres références sont compatibles d'origine avec l'utilisation de cosses fermées.

Relais de protection thermique pour réseaux non équilibrés

Classe 10 A (1) avec raccordement par vis-étriers

Dans la référence choisie ci-dessus, remplacer LRD (sauf LRD 4***) par LR3 D.

Exemple : LRD 01 devient LR3 D01.

Relais de protection thermique pour réseaux 1000 V

Classe 10 A (1) avec raccordement par vis-étriers

Pour les relais LRD 01 à LRD 35 uniquement et pour une tension d'utilisation de 1000 V et uniquement en montage séparé, la référence devient LRD 33**A66.

Exemple : LRD 12 devient LRD 3312A66.

Commander séparément un bornier LA7 D3064, voir page E183.


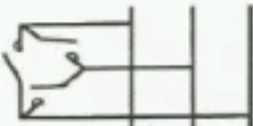

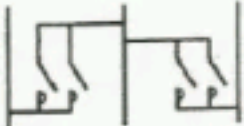
(1) La norme IEC 947-4-1 définit la durée du déclenchement à 7,2 fois le courant de réglage IR : classe 10 A : comprise entre 2 et 10 secondes.
(2) Montage séparé du contacteur.

Choix pour circuits rotoriques des moteurs à bagues (élimination des résistances de démarrage)

L'application la plus courante est celle des démarreurs sans marche par à-coups et sans ajustage de vitesse au rotor : pompes, ventilateurs, transporteurs, compresseurs, etc. Les contacteurs rotoriques sont asservis au contacteur statorique et ne s'ouvrent donc qu'après celui-ci, lorsque la tension rotorique est disparue ou presque. Ils établissent le courant correspondant à la pointe de démarrage usuelle (1,5 à 2,5 de l'intensité nominale rotorique) et ouvrent le circuit à vide.

Cet emploi se caractérise par une fermeture et une coupure aisées. Les choix ci-dessous tiennent compte :
 - d'un rapport de 2 entre la tension d'emploi rotorique maximale (U_{er}), et la tension d'emploi statorique (U_{es}).
 Celui-ci est proposé par les normes des démarreurs (IEC 292-3 - NF C 63-650 révision 1981);
 - d'une garantie de fonctionnement occasionnel (pouvoirs de fermeture et de coupure) prescrite par ces mêmes normes.

Coefficient de courant et tensions rotoriques d'emploi suivant le couplage du contacteur

Type de couplage	Schémas	Coefficient (1) $\frac{I_{rotorique}}{I_{emploi}}$	U _e rotorique triphasée maximale en volts		U _e rotorique triphasée avec contre-courant en volts	
			LC1-D	LC1-F	LC1-D	LC1-F
Étoile		1	1320	2000	660	1000
Triangle		1,4	1100	1700	550	850
En V		1	1100	1700	550	850
En W		1,6	1100	1700	550	850

(1) Coefficient à appliquer aux valeurs du tableau des courants d'emploi ci-dessous.

Tableau des courants d'emploi (température ambiante inférieure ou égale à 40 °C)

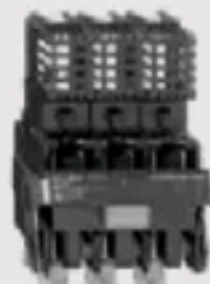
Type de contacteur	Temps de passage	LC1													
		D12	D17	D25	D32	D40	D63	D80	FF4	FG4	FH4	FJ4	FK4	FL4	FX4
		Courants d'emploi en ampères													
Contacteur intermédiaire															
Nombre de démarrages inférieur ou égal à 30 man./heure	10s	50	60	100	125	160	250	300	450	550	800	1100	1500	2000	2500
	30s	35	45	80	100	130	135	200	280	400	550	730	1000	1500	2000
	60s	30	40	60	75	95	100	150	220	300	400	550	750	1200	1500
Inférieur ou égal à 60 man./heure	5s	50	60	100	125	160	250	300	450	550	800	1100	1500	2000	2500
	10s	45	55	100	125	160	170	250	330	450	620	860	1250	1800	2300
	30s	30	40	60	75	95	100	150	220	300	400	550	750	1200	1500
Inférieur ou égal à 150 man./heure	5s	45	55	100	125	150	155	230	300	420	580	820	1150	1650	2200
	10s	30	40	70	85	100	110	160	250	350	430	600	850	1300	1800
Contacteur de court-circuit du rotor et contacteur intermédiaire															
Avec nombre de démarrages supérieur à 150 man./heure		25	32	40	50	60	80	125	200	270	350	500	700	1000	1600
Durée de vie électrique		Dans le cas de démarrage automatique, la durée de vie électrique est de l'ordre de 10M de manœuvres.													

Blocs nus tripolaires

Calibre	Taille des cartouches fusibles	Nombre de contacts de précoupure (1)	Dispositif contre la marche en monophasé (2)	Référence	Masse kg
25 A	10 x 38	1	Sans	LS1-D2531A65 (3)	0,240
		2	Sans	LS1-D253A65 (3)	0,240
50 A	14 x 51	1	Sans	GK1-EK (4)	0,430
			Avec	GK1-EV (4)	0,470
		2	Sans	GK1-ES (4)	0,470
			Avec	GK1-EW (4)	0,510
80 A	22 x 58	1	Sans	DK1-FB23	1,200
			Avec	DK1-FB28	1,200
		2	Sans	DK1-FB13	1,200
			Avec	DK1-FB18	1,200
125 A	22 x 58	1	Sans	DK1-GB23	1,250
			Avec	DK1-GB28	1,250
		2	Sans	DK1-GB13	1,250
			Avec	DK1-GB18	1,250
200 A	Taille 0	1	Sans	DK1-HC23	3,300
			Avec	DK1-HC28	3,300
		2	Sans	DK1-HC13	3,300
			Avec	DK1-HC18	3,300
315 A	Taille 1	1	Sans	DK1-JC23	3,700
			Avec	DK1-JC28	3,700
		2	Sans	DK1-JC13	3,700
			Avec	DK1-JC18	3,700
500 A	Taille 2	1	Sans	DK1-KC23	4,200
			Avec	DK1-KC28	4,200
		2	Sans	DK1-KC13	4,200
			Avec	DK1-KC18	4,200
1000 A	(5)	2	Sans	DK2-LC13	12,000



DK1-FB23



DK1-GB23

(1) Avec 1 ou 2 contacts de précoupure à insérer dans le circuit de commande du contacteur.

(2) Les sectionneurs avec dispositif contre la marche en monophasé sont à équiper de cartouches fusibles à percuteur.

(3) Encloquetage direct sur un profilé \sqcap largeur 35 mm. Fixation à entraxe de 110 mm avec platine DX1-AP26.(4) Encloquetage direct sur un profilé \sqcap largeur 35 mm.

(5) Ces sectionneurs sont équipés de 2 barrettes DK1-KC92 par pôle.

Cartouches fusibles sans percuteur

Cartouches fusibles Tension assignée maximale	Type aM		Masse kg	Type gl/gG		Masse kg
	Calibre en A	Référence unitaire		Calibre en A	Référence unitaire	

Cartouches fusibles cylindriques 8,5 x 31,5 pour porte-fusibles DF6-AB08 (1)

~ 380 V	1	DF2-BA0100	0,010	1	DF2-BN0100	0,010
	2	DF2-BA0200	0,010	2	DF2-BN0200	0,010
	4	DF2-BA0400	0,010	4	DF2-BN0400	0,010
	6	DF2-BA0600	0,010	6	DF2-BN0600	0,010
	8	DF2-BA0800	0,010	8	DF2-BN0800	0,010
	10	DF2-BA1000	0,010	10	DF2-BN1000	0,010
				12	DF2-BN1200 (4)	0,010
				16	DF2-BN1600 (4)	0,010
				20	DF2-BN2000 (4)	0,010



DF2-CA***
DF2-CN**

Cartouches fusibles cylindriques 10 x 38 pour sectionneurs LS1-D et porte-fusibles DF6-AB10 (1)

~ 500 V	0,16	DF2-CA001	0,010				
	0,25	DF2-CA002	0,010				
	0,50	DF2-CA005	0,010				
	1	DF2-CA01	0,010				
	2	DF2-CA02	0,010	2	DF2-CN02	0,010	
	4	DF2-CA04	0,010	4	DF2-CN04	0,010	
	6	DF2-CA06	0,010	6	DF2-CN06	0,010	
	8	DF2-CA08	0,010	8	DF2-CN08	0,010	
	10	DF2-CA10	0,010	10	DF2-CN10	0,010	
	12	DF2-CA12	0,010	12	DF2-CN12 (4)	0,010	
	16	DF2-CA16 (4)	0,010	16	DF2-CN16 (4)	0,010	
	20	DF2-CA20 (4)	0,010	20	DF2-CN20 (4)	0,010	
	~ 400 V	25	DF2-CA25 (4)	0,010	25	DF2-CN25 (4)	0,010
					32	DF2-CN32 (4)	0,010



DF2-EA***
DF2-EN**

Cartouches fusibles cylindriques 14 x 51 pour sectionneurs et porte-fusibles GK1-E (1)

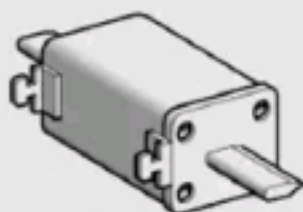
~ 660 V	0,25	DF2-EA002	0,020				
	0,50	DF2-EA005	0,020				
	1	DF2-EA01	0,020				
	2	DF2-EA02	0,020				
	4	DF2-EA04	0,020	4	DF2-EN04	0,020	
	6	DF2-EA06	0,020	6	DF2-EN06	0,020	
	8	DF2-EA08	0,020				
	10	DF2-EA10	0,020	10	DF2-EN10	0,020	
	12	DF2-EA12	0,020				
	16	DF2-EA16	0,020	16	DF2-EN16	0,020	
	20	DF2-EA20	0,020	20	DF2-EN20	0,020	
	25	DF2-EA25	0,020	25	DF2-EN25	0,020	
	~ 500 V	32	DF2-EA32 (4)	0,020	32	DF2-EN32 (4)	0,020
		40	DF2-EA40 (4)	0,020	40	DF2-EN40 (4)	0,020
~ 400 V	50	DF2-EA50 (4)	0,020				



DF2-FA**
DF2-FN**

Cartouches fusibles cylindriques 22 x 58 pour sectionneurs DK1-FB, GB (1) et porte-fusibles GK1-F

~ 660 V	4	DF2-FA04	0,045				
	6	DF2-FA06	0,045				
	8	DF2-FA08	0,045				
	10	DF2-FA10	0,045	10	DF2-FN10	0,045	
	16	DF2-FA16	0,045				
	20	DF2-FA20	0,045	20	DF2-FN20	0,045	
	25	DF2-FA25	0,045	25	DF2-FN25	0,045	
	32	DF2-FA32	0,045	32	DF2-FN32	0,045	
	40	DF2-FA40	0,045	40	DF2-FN40	0,045	
	50	DF2-FA50	0,045	50	DF2-FN50	0,045	
	63	DF2-FA63 (4)	0,045	63	DF2-FN63 (4)	0,045	
	80	DF2-FA80 (4)	0,045	80 (3)	DF2-FN80 (4)	0,045	
	~ 500 V	100 (3)	DF2-FA100 (4)	0,045	100 (3)	DF2-FN100 (4)	0,045
	~ 400 V	125 (3)	DF2-FA125 (4)	0,045			



DF2-GA****
DF2-GN****

Cartouches fusibles à couteaux taille 0 pour sectionneurs DK1-HC (2)

~ 500 V	50	DF2-GA1051 (4)	0,230	50	DF2-GN1051	0,230
	63	DF2-GA1061 (4)	0,230	63	DF2-GN1061	0,230
	80	DF2-GA1081 (4)	0,230	80	DF2-GN1081	0,230
	100	DF2-GA1101 (4)	0,230	100	DF2-GN1101	0,230
	125	DF2-GA1121 (4)	0,230	125	DF2-GN1121	0,230
	160	DF2-GA1161 (4)	0,230	160	DF2-GN1161	0,230
	200	DF2-GA1201 (4)	0,230			

(1) Vente par quantité indivisible de 10.

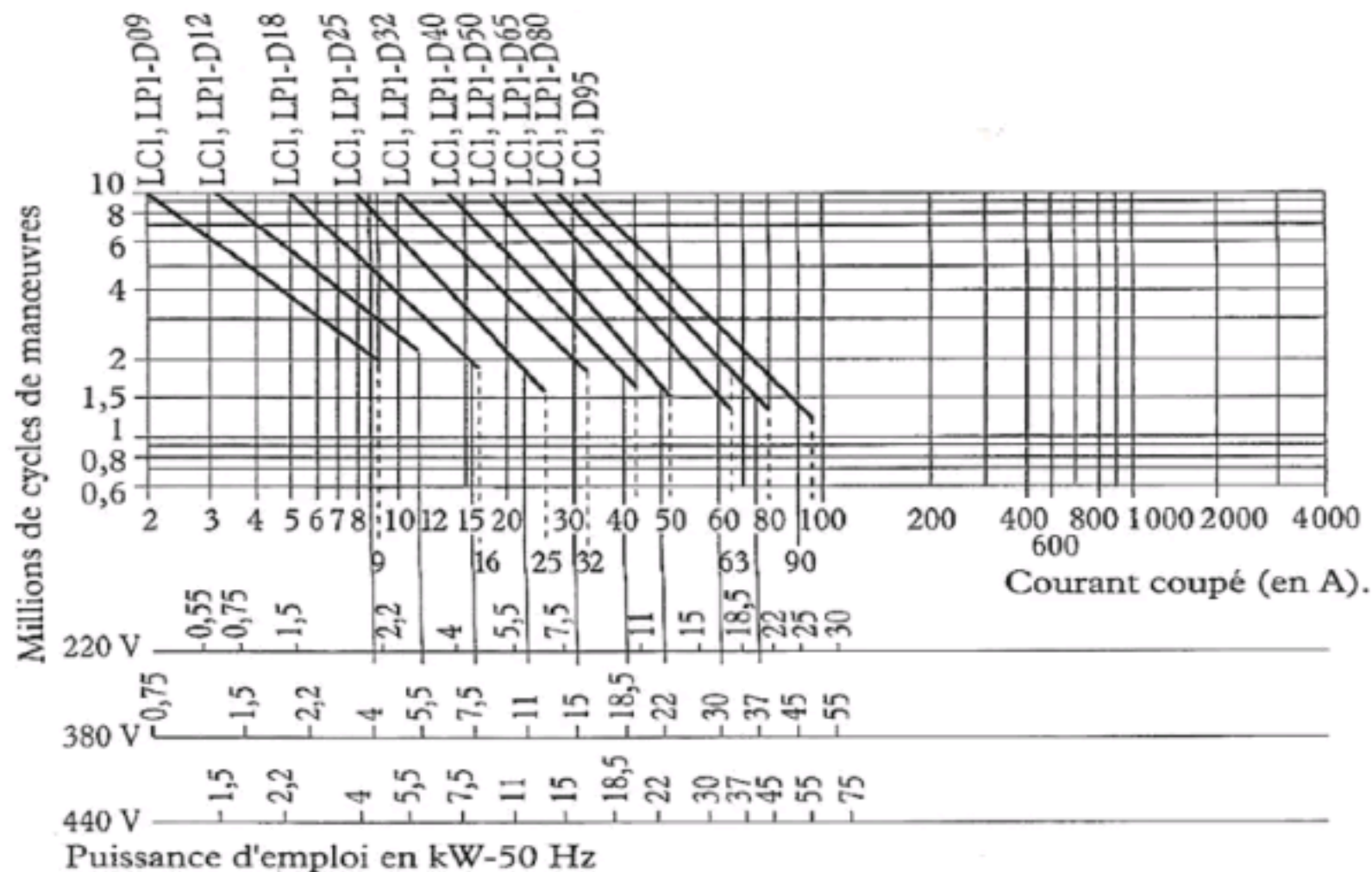
(2) Vente par quantité indivisible de 3.

En catégorie AC3, (pour $U_e \leq 440$ V)

Le choix s'effectue en fonction de la puissance utile du moteur ou du courant d'emploi (I_e) et du nombre de manœuvres exigées.

Le courant coupé en AC3 est égal au courant nominal (I_e).

Commande des moteurs asynchrones (3~), « coupure moteur lancé »



DOCUMENT 7 : CALCUL PRATIQUE DES COURANT DE COURT – CIRCUIT

Le tableau1 ci – dessous donne les résistances et réactances de chaque partie de l’installation. Il ne fait pas apparaître les impédances ni des générateurs et compensateurs synchrones ni des moteurs asynchrones.

Tableau1 : **DETERMINATION DES RESISTANCES ET REACTANCES**

PARTIE DE L’INSTALLATION	VALEURS A CONSIDERER	
	Résistances en (mΩ)	Réactances en (mΩ)
RESEAU AMONT	R _A et X _A ramenées au secondaire du transformateur	
	R _A négligeable	X _A = U ₀ ² /S _{cc} U ₀ en V et S _{cc} en KVA
TRANSFORMATEUR	R _T voir tableau2	X _T voir tableau2
LIAISONS /CABLES	R _L = ρL/S ρ = 22,5 mΩmm ² /m pour le cuivre ρ = 36 mΩmm ² /m pour l’aluminium L en m et S en mm ²	X _L = 0,07L pour les câbles triphasé X _L = 0,15L pour les câbles unipolaires L : longueur en m
JEUX DE BARRES	R _J = ρL/S Identique que pour les câbles	X _J = 0,15L
DISJONCTEURS	R _D négligeable	X _D négligeable

Tableau2 : **TABLEAU DES RESITANCES, REACTANCES ET DES TENSIONS DE COURT-CIRCUIT DES TRANSFORMATEURS. (X_T et R_T ramenées au secondaire)**

PUISSANCE (kVA)	2000	1600	1250	1000	800	650	400	315	200	100
RESISTANCES (mΩ)	0,9	1,1	1,5	1,9	2,5	2,6	4,6	6,4	11	28
REACTANCES (mΩ)	5,4	5,9	6,8	7,7	8,6	9,9	15	19	30	58
U_{cc} (%)	7	6	5,5	5	4,5	4	4	4	4	4

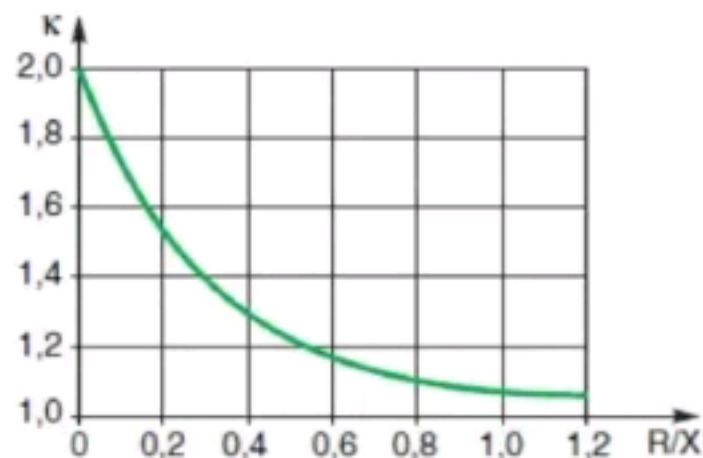


Fig.2: variation du facteur K en fonction de R/X

PREMIER BTS BLANC
2022-2023
PHYSIQUE APPLIQUÉE
FILIERE : ELT
Durée 4H - Coefficient : 4

L'épreuve de physique appliquée comporte quatre matières :

- Electrotechnique
- Automatique
- Electronique Analogique
- Electronique de puissance

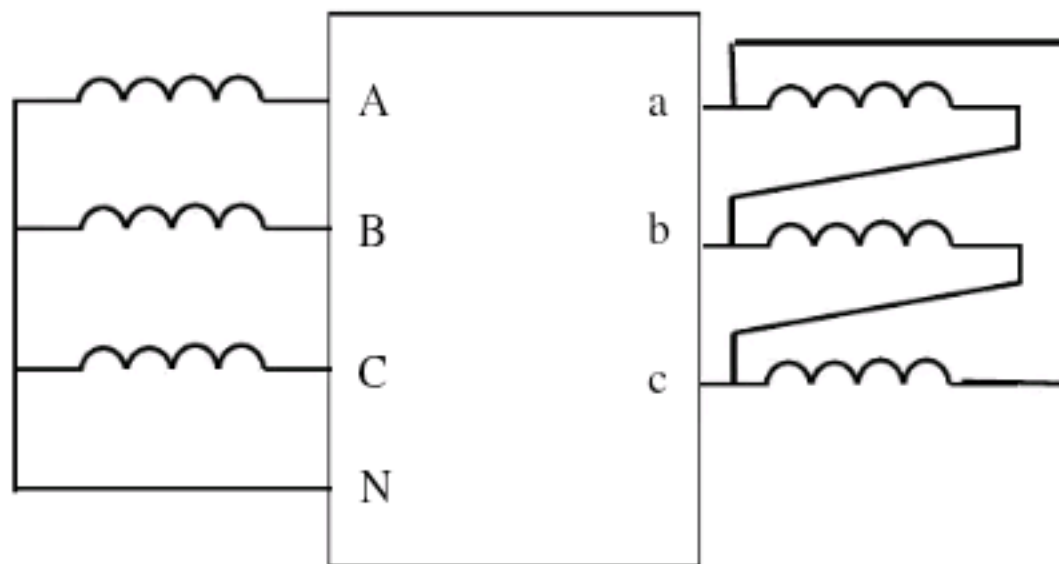
Chaque candidat recevra quatre copies. Chaque matière sera traitée sur une copie spécifique.

Au ramassage, les surveillants grouperont les copies de chaque salle par matière.

ELECTROTECHNIQUE

EXERCICE 1

On considère un transformateur triphasé dont le couplage est représenté ci-dessous.



Chaque enroulement primaire comporte N_1 spires et chaque enroulement secondaire comporte N_2 spires.

- 1- Exprimer le rapport de transformation m de ce transformateur en fonction de N_1 et N_2 .
- 2- Exprimer le rapport de transformation par colonne m_c de ce transformateur en fonction de N_1 et N_2 .
- 3- Déterminer l'indice horaire de ce transformateur après avoir effectué les constructions vectorielle sur l'annexe électrotechnique.
- 4- A quel groupe d'indice horaire appartient ce transformateur ? Donner les autres indices horaires appartenant à ce groupe.
- 5- Indiquer sa désignation complète de ce transformateur
- 6- Citer les conditions de mise en parallèle de deux transformateurs.

EXERCICE 2

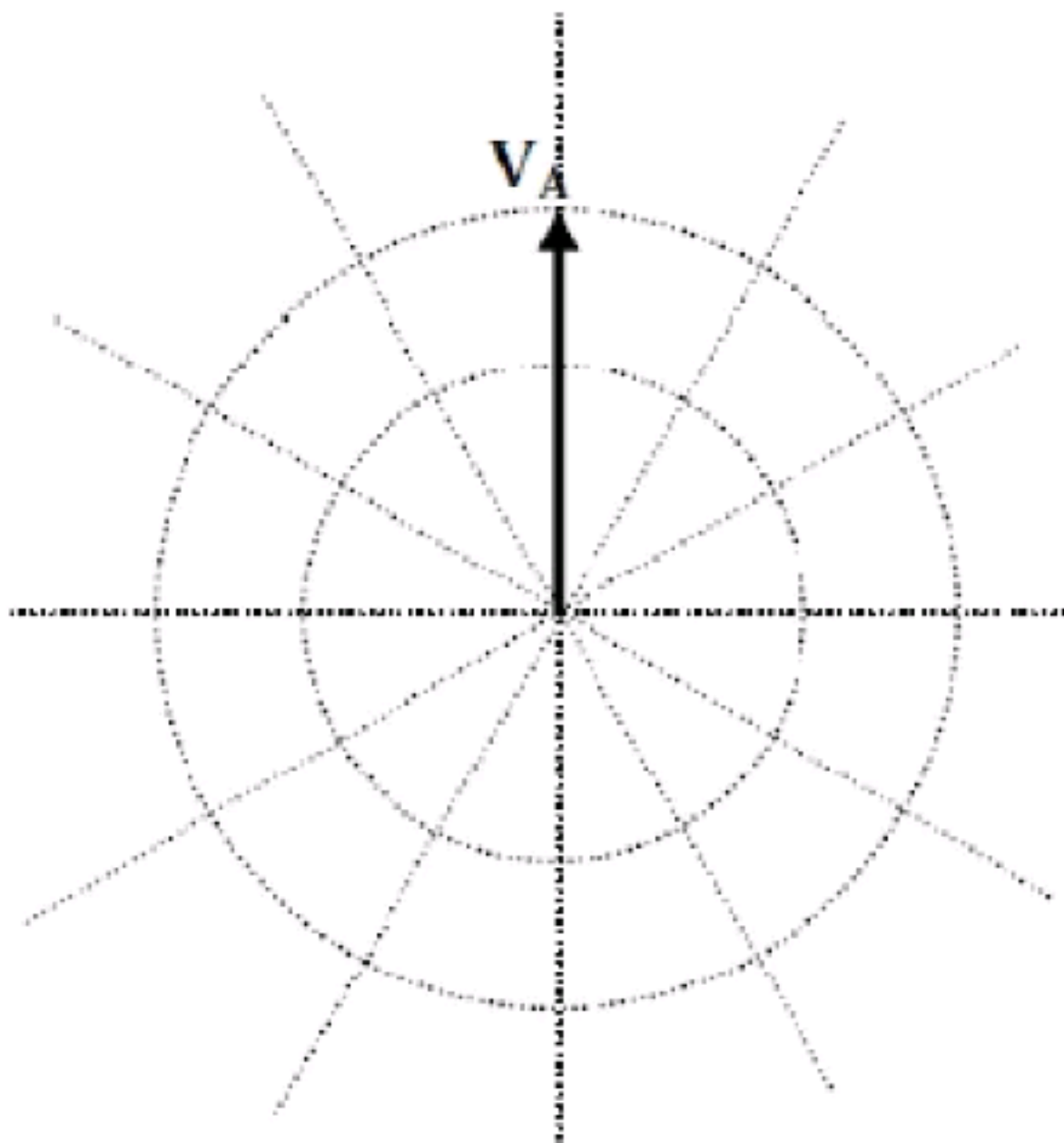
L'étude d'un transformateur monophasé 1500 V/220 V, 50 Hz de puissance apparente $S_n = 44$ kVA a donné les résultats suivants :

- essai en continu au primaire : $U_1 = 2,5$ V, $I_1 = 10$ A.
- essai à vide : $U_{10} = 1500$ V, $I_{10} = 2$ A, $U_{20} = 225$ V, $P_{10} = 300$ W.
- essai en court-circuit : $U_{1CC} = 22,5$ V, $I_{1CC} = 22,5$ A, $P_{1CC} = 225$ W.

- 1- Déterminer m , le rapport de transformation à vide.

- 2- Déterminer I_a , la composante active du courant lors de l'essai à vide. Déduire I_r , la composante réactive du courant lors de l'essai à vide.
- 3- Montrer que l'on peut négliger les pertes par effet Joule lors de l'essai à vide.
- 4- Montrer que les pertes dans le fer sont négligeables dans l'essai en court-circuit en admettant qu'elles sont proportionnelles au carré de la tension primaire.
- 5- Déterminer les éléments R_s (résistance totale) et X_s (réactance totale) des enroulements ramenés au secondaire.
- 6- Le transformateur alimenté au primaire sous une tension $U_1 = 1500$ V débite un courant constant d'intensité $I_2 = 200$ A quelle que soit la charge.
 - 6-1 Déterminer la valeur de φ_2 , déphasage entre courant et tension secondaires, pour que la chute de tension ΔU_2 soit nulle.
 - 6-2 Déterminer la chute de tension relative pour $\cos \varphi_2 = 0,8$ (inductif).
- 7- Déterminer le rendement maximum du transformateur avec une charge de facteur de puissance $\cos \varphi_2 = 0,8$ (AR) le primaire étant alimenté sous 1 500 V.

ANNEXE ELECTROTECHNIQUE (A rendre avec la copie)



AUTOMATIQUE

EXERCICE 1

Pour chacun des signaux, déterminer la transformée de Laplace :

$$y_1(t) = (3.e^{-0,5t} - 5.e^{-t})u(t) ; y_2(t) = (t+2)^3 u(t) ; y_3(t) = \sin^2(t) u(t)$$

EXERCICE 2

Un système S d'entrée $e(t)$ et de sortie $s(t)$ dont toutes les valeurs initiales sont nulles est régi par l'équation différentielle :

$$\frac{d^3s(t)}{dt^3} + 60\frac{d^2s(t)}{dt^2} + 500\frac{ds(t)}{dt} = 10^4e(t)$$

1- Exprimer la fonction de transfert du système S : $T(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$

2- Le signal d'entrée est un échelon unité. Déterminer la valeur initiale $s(0+)$ et la valeur finale $s(\infty)$.

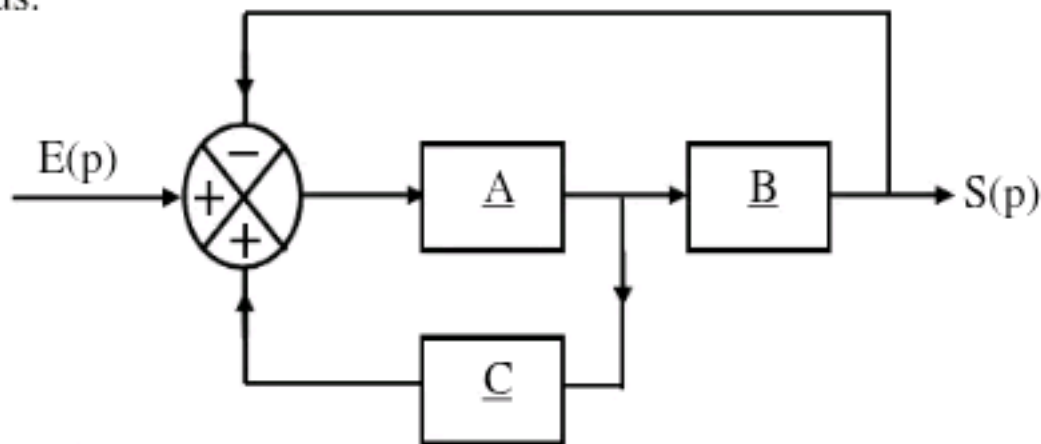
EXERCICE 3

On considère le signal $x(t)$ représenté ci-dessous, avant l'origine $x(t)$ est nul. Déterminer $X(p)$, la transformée de Laplace du signal $x(t)$.



EXERCICE 4

On considère un système automatique dont le schéma fonctionnel est représenté ci-dessous.



Mettre le schéma fonctionnel sous forme canonique. On donnera les expressions de la chaîne directe et de la chaîne de retour respectivement notées \underline{H} et \underline{K} en fonction des éléments du schéma fonctionnel.

ELECTRONIQUE ANALOGIQUE

EXERCICE 1

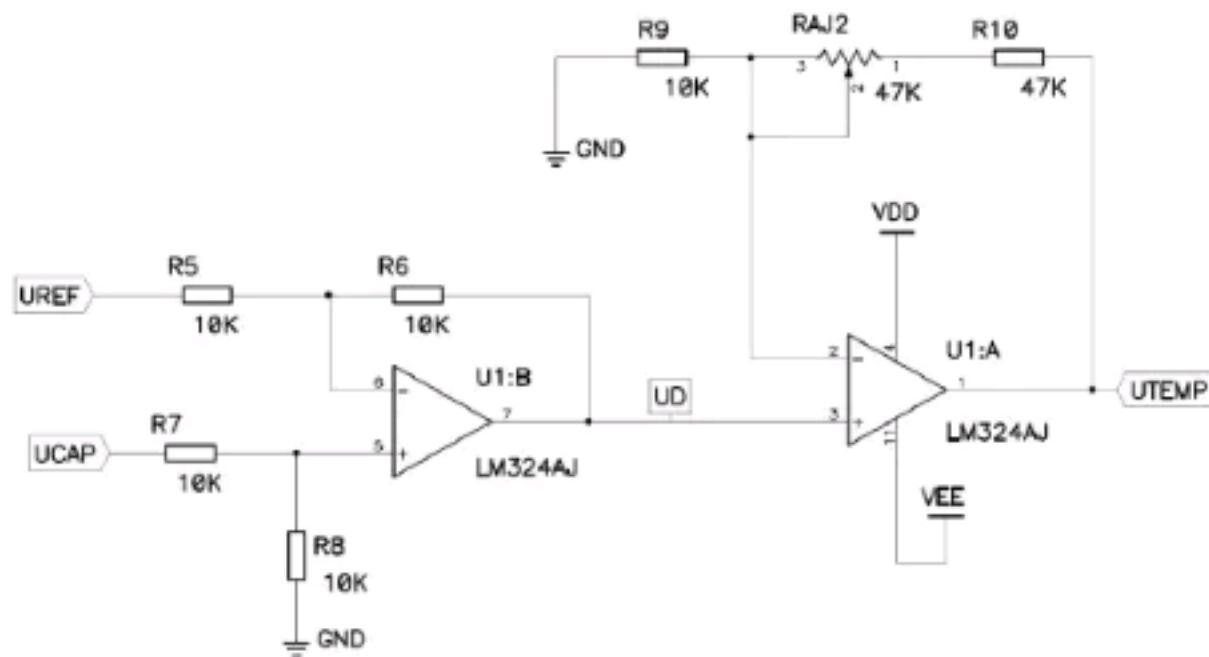
Répondre aux questions suivantes :

1. Donner la caractéristique de transfert d'un amplificateur opérationnel idéal.
2. Donner les équations de fonctionnement d'un amplificateur opérationnel idéal en régime linéaire.
3. Donner deux défauts et deux limites de l'amplificateur opérationnel.
4. Répondre par vrai ou faux :
 - 4-1 L'amplificateur opérationnel est un amplificateur de différence.
 - 4-2 La tension de décalage est une limite de l'amplificateur linéaire intégré.
 - 4-3 Pour un amplificateur opérationnel en régime de commutation, la tension différentielle d'entrée est nulle.

EXERCICE 2

Soit le montage ci-dessous comportant deux amplificateurs opérationnels supposés idéaux. Les valeurs des résistances sont marquées sur le schéma.

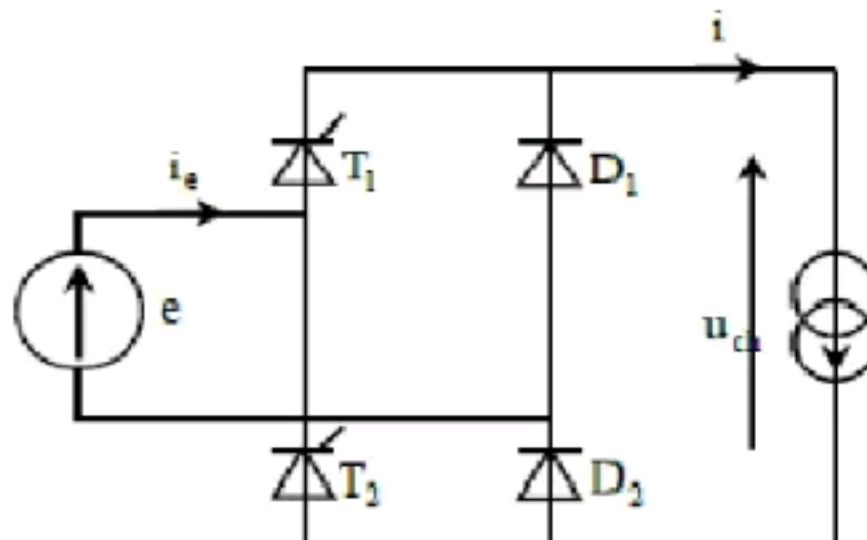
R_{AJ2} est un potentiomètre dont la résistance totale ou nominale est $47\text{ k}\Omega$.



1. Ces amplificateurs possèdent-ils des masses virtuelles ? Justifier votre réponse.
2. Exprimer U_D en fonction de U_{REF} et U_{CAP} . Déduire le nom du montage autour de l'amplificateur opérationnel **U1:B**.
3. Exprimer U_{TEMP} en fonction de U_D des résistances du montage. Déduire le nom du montage autour de l'amplificateur opérationnel **U1:A**.
4. Calculer la valeur de R_{AJ2} si on veut amplifier 10 fois le signal U_D .
5. Déduire l'expression de U_{TEMP} en fonction de U_{CAP} et U_{REF} en considérant la condition imposée à la question 4.

ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

Soit le montage PD2 asymétrique, qui est alimenté par une tension sinusoïdale, comme le montre la figure suivante:



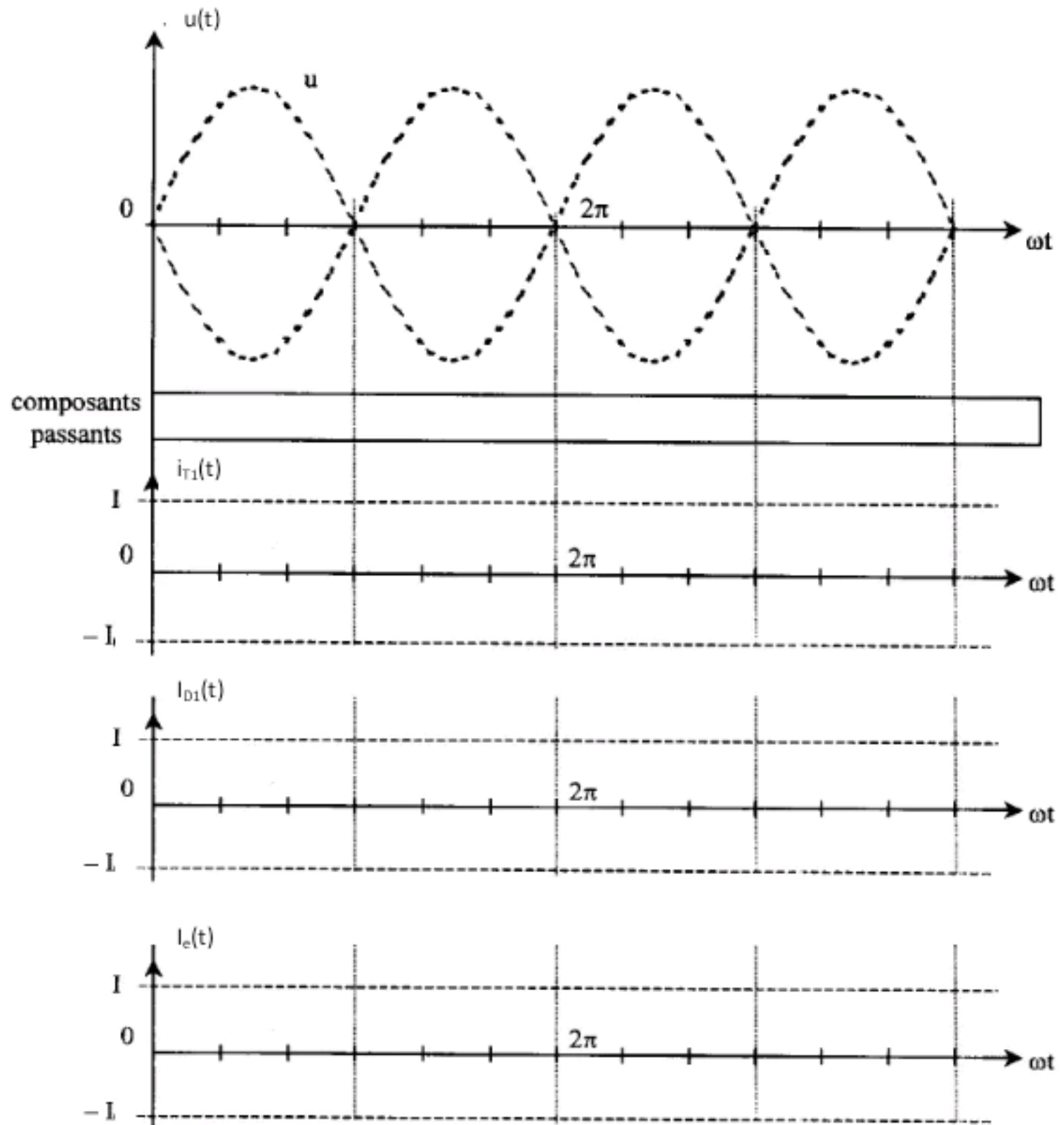
La valeur maximale du signal sinusoïdal d'entrée (e) est ($V_{\max} = 230\sqrt{2}$ V), alors que la courant dans la charge est supposé constant ($i=I=10A$).

Les diodes de redressement et les thyristors sont considérés parfaits.

- 1- Tracer la caractéristique courant-tension d'une diode de redressement et donner les équations de chaque partie.
- 2- Tracer la caractéristique courant-tension d'un thyristor et donner les équations de chaque partie.
- 3- Pour un angle d'amorçage $\alpha = 60^\circ$
 - 3-1 Indiquer sur une période de fonctionnement de 0 à 2π , les états des composants D_1 , D_2 , T_1 et T_2 sur les intervalles.
 - 3-2 Sur le document annexe, tracer en concordance de temps les grandeurs :
 - $u(t)$, la tension aux bornes de la charge,
 - i_{T1} , le courant traversant le thyristor T_1 ,
 - i_{D1} , le courant traversant la diode D_1 ,
 - i_e , le courant traversant la ligne d'alimentation,
 - 3-3 Déterminer la tension moyenne aux bornes de la charge : U_{moy}
 - 3-4 Déterminer le courant moyen dans le thyristor T_1 : $I_{T1\text{moy}}$
 - 3-5 Déterminer le courant moyen dans la ligne d'alimentation : $I_{e\text{moy}}$

ANNEXE ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

(Document réponse à rendre)



PREMIER BTS BLANC
2022-2023
GENIE ELECTRIQUE
FILIERE : 2MISP
Durée 4H - Coefficient : 4

L'épreuve de génie électrique comporte quatre matières :

- Electrotechnique
- Automatique
- Electronique Analogique
- Electronique Industrielle

Chaque candidat recevra quatre copies. Chaque matière sera traitée sur une copie spécifique.

Au ramassage, les surveillants grouperont les copies de chaque salle par matière

ELECTROTECHNIQUE

I- Pour chacune des affirmations ci-dessous entourer la bonne réponse

- a) Le feuilletage du circuit magnétique diminue les pertes par hystérésis
VRAI FAUX
- b) L'essai à vide permet de déterminer la résistance R_f caractérisant les pertes fer.
VRAI FAUX
- c) Un transformateur abaisseur a le même nombre de spires au primaire et au secondaire.
VRAI FAUX
- d) Les pertes fer varient avec la tension du réseau électrique.
VRAI FAUX
- e) Le rendement du transformateur est maximum au fonctionnement nominal
VRAI FAUX

II- On étudie un transformateur dont les caractéristiques sont les suivantes :

Tension primaire nominale $U_{1N} = 220 \text{ V} / 50\text{Hz}$; nombre de spires au primaire $N_1 = 500$ spires.

Essai à vide : $U_{1N} = 220\text{V}$; $U_{20} = 110 \text{ V}$. L'intensité au primaire à vide $I_{10} = 0,3\text{A}$; Puissance consommée au primaire à vide $P_{10} = 36 \text{ W}$.

Essai en court-circuit : tension primaire $U_{1cc} = 10 \text{ V}$; intensité secondaire : $I_{2cc} = 10 \text{ A}$; puissance consommée au primaire $P_{1cc} = 30\text{W}$

Charge nominale pour $U_1 = 220\text{V}$; Intensité au secondaire $I_2 = 20\text{A}$ sur charge inductive de facteur de puissance $\cos \varphi_2 = 0,8$

- 1- Déterminer :
 - 1a- Le facteur de puissance de l'essai à vide
 - 1b- Le nombre de spires au secondaire
- 2- Déterminer pour la charge nominale
 - 2a- La tension secondaire U_2
 - 2b- En déduire la chute de tension relative
- 3- Déterminer les puissances active au secondaire (P_2) et au primaire (P_1). En déduire le rendement.

AUTOMATIQUE

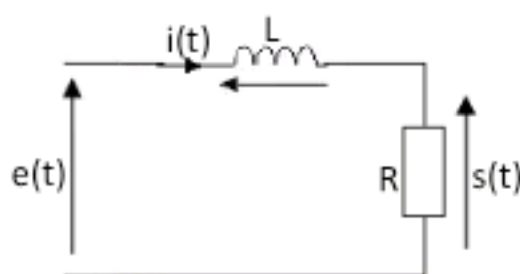
EXERCICE 1

Pour chacun des signaux, déterminer la transformée de Laplace :

$$y_1(t) = 4.e^{-0,5t} u(t) ; y_2(t) = (t+1)^3 u(t) ; y_3(t) = \cos^2(2t) u(t)$$

EXERCICE 2

On considère le circuit ci-dessous.



- 1) Etablir l'équation différentielle qui régit le fonctionnement du montage.
- 2) Montrer que cette équation différentielle se met sous la forme :

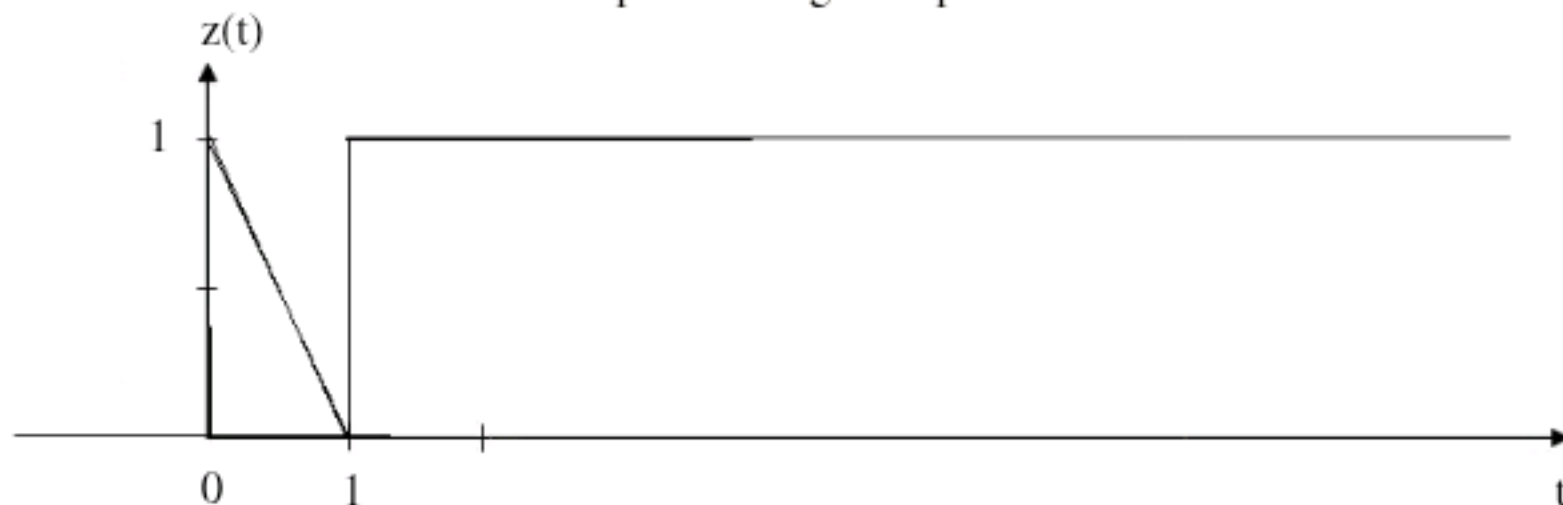
$$s(t) + \tau \frac{ds(t)}{dt} = Ke(t)$$

En déduire K et τ en fonction des éléments du montage.

- 3) Déterminer la fonction de transfert $H(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$ du circuit en fonction de K , τ et p .
- 4) On donne $R = 2 \Omega$ et $L = 0,1H$. Déterminer les valeurs de K et τ puis donner le sens physique de chaque paramètre.

EXERCICE 3

Déterminer la transformée de Laplace du signal représenté ci-dessous.



EXERCICE 1

- 1-1 Donner les causes du défaut d'offset (décalage) pour un amplificateur opérationnel. Comment corrige-t-on ce défaut ?
- 1-2 Citer les limites de fonctionnement d'un amplificateur opérationnel.
- 1-3 Un amplificateur opérationnel en boucle ouverte peut fonctionner en régime linéaire : VRAI ou FAUX ? Justifier votre réponse.

EXERCICE 2

On considère le montage de la figure 1 dans lequel l'AOP est supposé idéal. P est un potentiomètre tel que $P = P_1 + P_2$ avec $P_1 = kP$ et $P_2 = (1-k)P$ k étant un coefficient tel que $0 \leq k \leq 1$.

- 1- Donner le régime de fonctionnement de l'AOP.
- 2- Exprimer V_{E+} , le potentiel à l'entrée non-inverseuse en fonction de $V_E(t)$ et k.
- 3- Le montage possède-t-il une masse virtuelle ? Justifier.
Exprimer V_{E-} , le potentiel à l'entrée inverseuse en fonction de $V_E(t)$ et $V_S(t)$.
- 4- Déduire l'expression de l'amplification en tension $A_v = \frac{V_S(t)}{V_E(t)}$ en fonction de k.
- 5- Tracer l'évolution A_v en fonction de k.
- 6- Quelle est la fonction réalisée par le montage ?

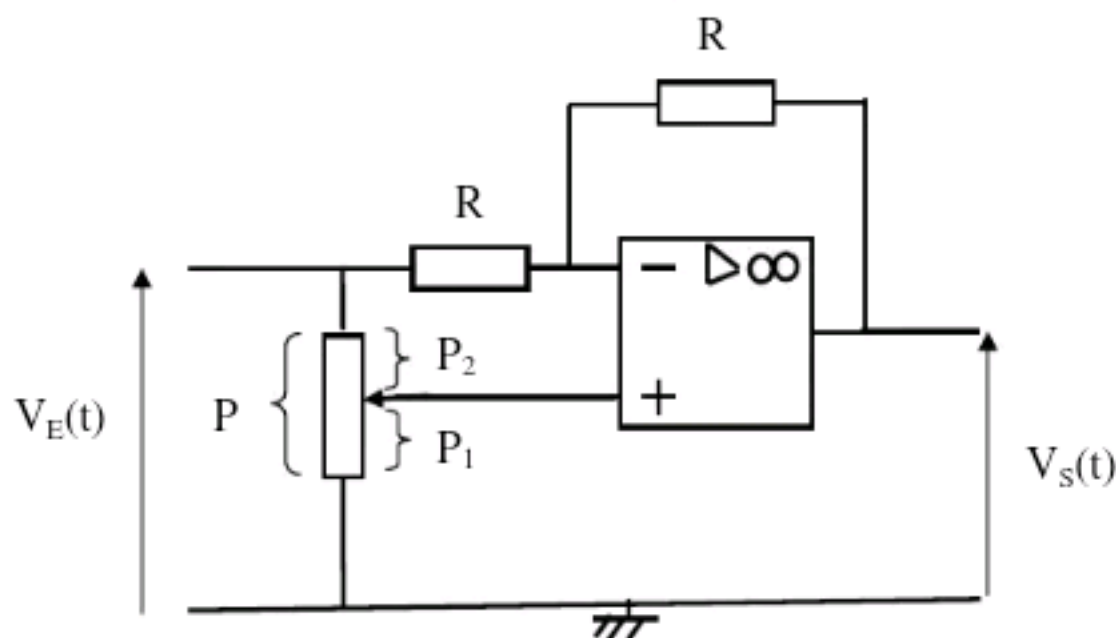
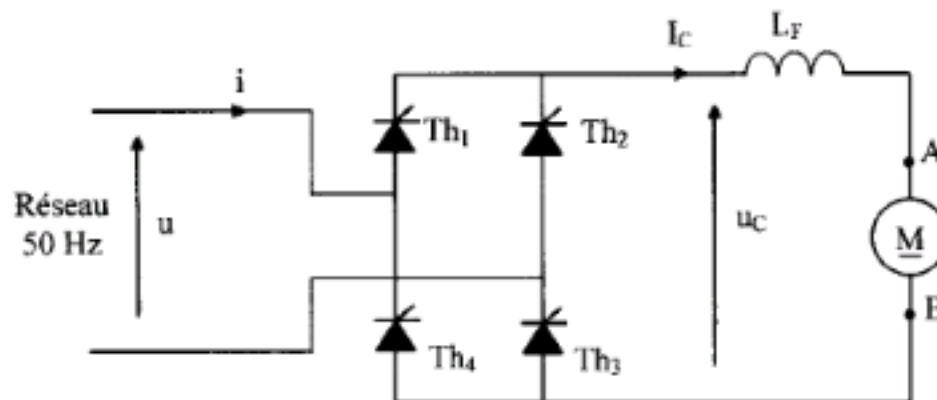


Figure 1

ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

Un pont redresseur tout thyristor est alimenté par le réseau électrique monophasé qui fournit une tension sinusoïdale de tension efficace $U = 400 \text{ V}$ et de fréquence $f = 50 \text{ Hz}$.

Les thyristors sont considérés comme parfaits : Th_1 et Th_3 d'une part, Th_2 et Th_4 d'autre part, sont commandés de manière complémentaire avec un retard à l'amorçage noté ψ . On admet que le courant I_C fourni par le pont à thyristors est parfaitement lissé grâce à l'inductance L_F ($I_C = \text{constante}$).



1- Tracer la caractéristique courant- tension ($i_{\text{Th}} = f(v_{\text{Th}})$) d'un thyristor parfait en indiquant l'état du thyristor dans chaque partie.

2- Pour $\psi = \frac{\pi}{3}$, représenter sur le document réponse (annexe électronique de puissance):

- la tension u_c à la sortie du pont en indiquant les thyristors passants
- les courants $i_{\text{Th}1}$ et $i_{\text{Th}2}$ traversant $\text{Th}1$ et $\text{Th}2$;
- le courant i fourni par le réseau.

2. Montrer que, pour une valeur quelconque de ψ , la tension moyenne à la sortie du pont a pour expression :

$$U_{\text{CMOY}} = \frac{2U\sqrt{2}}{\pi} \cos \Psi$$

Quel type de fonctionnement obtient-on pour $\Psi > \frac{\pi}{2}$ si on parvient, en modifiant le dispositif, à maintenir constant le courant I_C ?

3. Application numérique:

Pour $\Psi = \frac{\pi}{3}$ et $I_C = 40 \text{ A}$, calculer:

- la tension U_{CMOY} ;
- la puissance P absorbée par le moteur;
- la valeur efficace I du courant i prélevé au réseau;
- la puissance apparente S de l'installation;
- le facteur de puissance $k = \frac{P}{S}$ de l'installation.

ANNEXE ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

(Document réponse à rendre)

