

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2023

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPP

الموضوع

NS 216B

2h	مدة الإنجاز	اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الثاني) - فترة ما بعد الزوال	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الكهربائية مسلك النظم الإلكترونية والرقمية	الشعبة أو المسلك

☞ *Le sujet comporte au total 15 pages.*

☞ *Le sujet comporte 3 types de documents :*

- Pages **02 à 06** : Socle du sujet (Couleur **Verte**)
- Pages **07 à 09** : Documents ressources portant la mention **DRES XX** (Couleur **Rose**)
- Pages **10 à 15** : Documents réponses portant la mention **DREP XX** (Couleur **blanche**)

Le sujet comporte 3 parties A, B et C qui sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque :

- A) Initiation aux API :** (14 points)
- B) Initiation aux bus et aux réseaux de terrain :** (8 points)
- C) Gestion de la maintenance :** (8 points)

La numérotation des questions est continue : de la question 1 (Q1) à la question 17 (Q17).

☞ *Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses : DREP XX.*

☞ *Les pages portant en haut la mention DREP XX (Couleur Blanche) doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse.*

☞ *Le sujet est noté sur 30 points.*

☞ *Aucun document n'est autorisé.*

☞ *Sont autorisées les calculatrices non programmables.*

A) Initiation aux API : (14 points)

POSTE AUTOMATIQUE DE PLIAGE ET DE SCIAGE

I) MISE EN SITUATION :

Une entreprise de fabrication de barres en acier utilise un système de pliage et de sciage qui permet de couper et de plier des tôles sur mesure en forme de L.

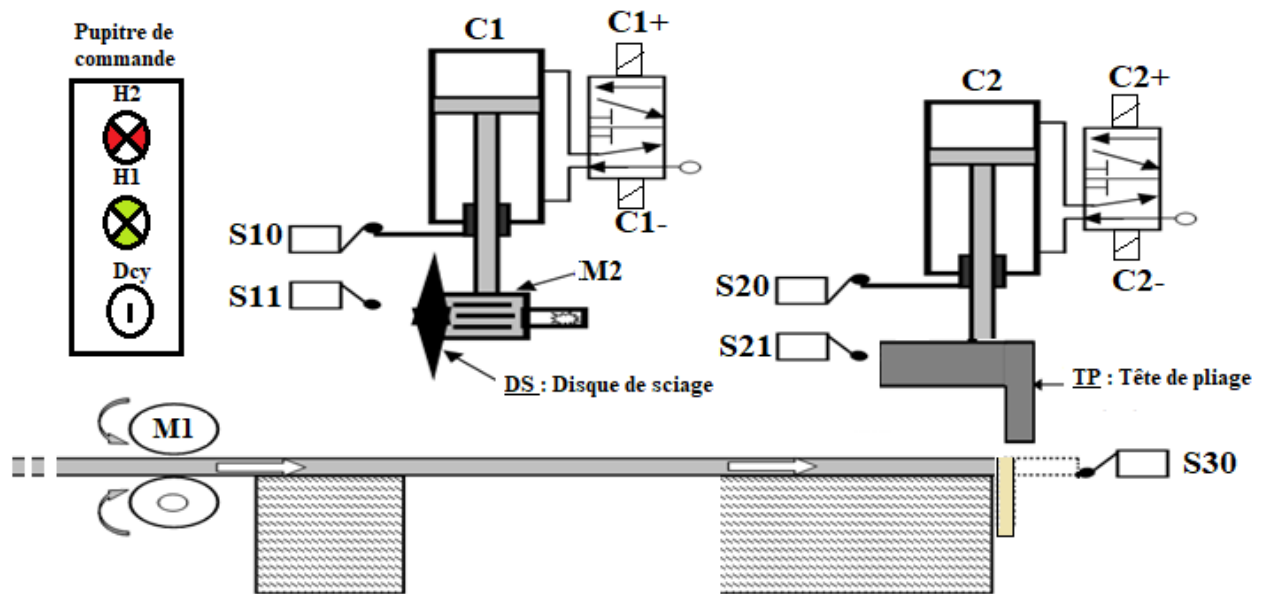
La commande du système est assurée par un automate programmable industriel (API).

II) DESCRIPTION DU SYSTEME :

Le système comporte essentiellement :

- ✓ Un moteur **M1** (commandé par un contacteur **KM1**) permet le déplacement de la tôle ;
- ✓ Un moteur **M2** (commandé par un contacteur **KM2**) entraîne le disque de sciage (**DS**) pour couper la tôle ;
- ✓ Un vérin (**C1**) amène le dispositif de sciage (moteur **M2** et **DS**) ;
- ✓ Un vérin (**C2**) amène la tête de pliage (**TP**) ;
- ✓ Un capteur **S30** détecte la présence de la tôle ;
- ✓ Un pupitre de commande.

Schéma descriptif :



III) FONCTIONNEMENT DU SYSTEME :

A l'état initial les tiges des vérins (**C1**) et (**C2**) sont en position haute (tiges rentrées).

Dès qu'on appuie sur le bouton de mise en marche (**Dcy**) le cycle démarre dans l'ordre suivant :

- Mise en marche du moteur (**M1**) qui permet le déplacement de la tôle jusqu'à l'action du capteur (**S30**) et l'allumage de la lampe (**H1**) qui signale le cycle en cours ;
- La descente de la tige du vérin (**C2**) amène la tête de pliage de la tôle (**TP**) jusqu'à l'action du capteur (**S21**);
- L'action du capteur (**S21**) provoque simultanément la mise en rotation du disque (**DS**) par l'intermédiaire du moteur (**M2**) et la descente de la tige du vérin (**C1**) jusqu'à l'action du capteur (**S11**) ;
- Le recul des deux vérins : (**C1**) jusqu'à l'action du capteur (**S10**) et (**C2**) jusqu'à l'action du capteur (**S20**) ;
- L'arrêt du moteur (**M2**) et l'allumage de la lampe (**H2**) pendant 7 secondes signale la fin de cycle.

Le GRAFCET point de vue système est le suivant :

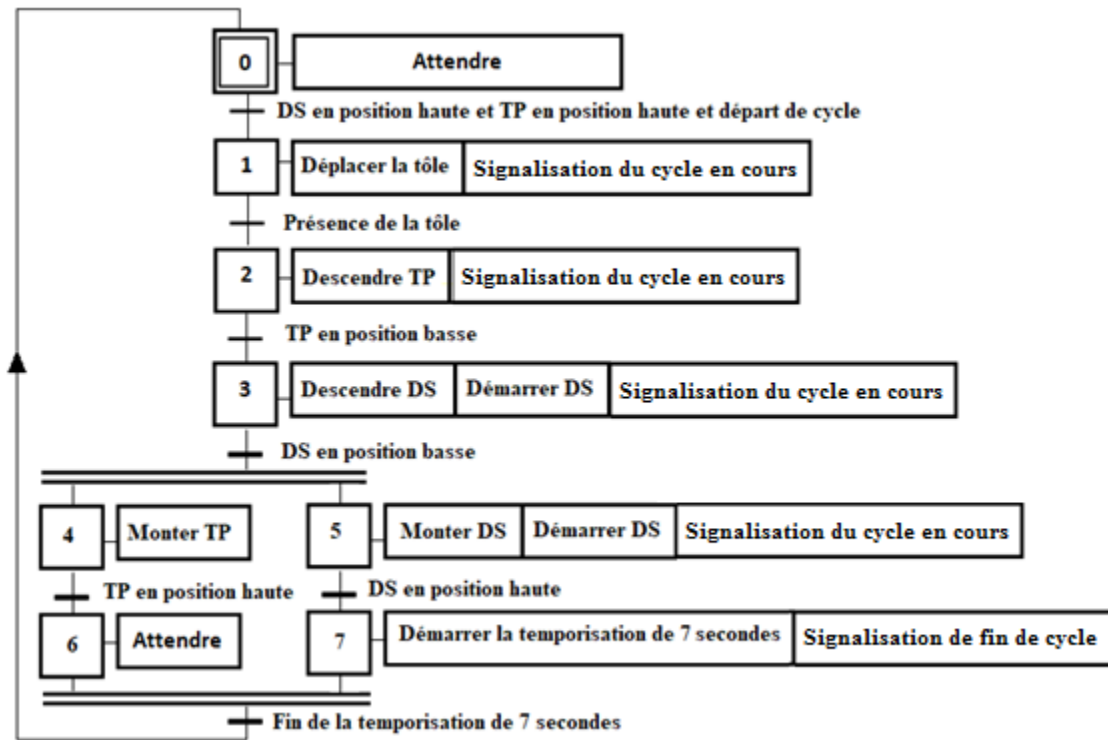


Tableau d'affectation des entrées

Fonction de l'entrée	Capteur/Interface d'entrée	Variable d'entrée de l'API
Départ cycle	Dcy	%I1.0
DS en position haute	S10	%I1.1
DS en position basse	S11	%I1.2
TP en position haute	S20	%I1.3
TP en position basse	S21	%I1.4
Présence de la tôle	S30	%I1.5

Tableau d'affectation des sorties

Action	Actionneur	Préactionneur	Variable de sortie de l'API
Déplacer la tôle	Moteur électrique asynchrone triphasé M1	KM1	%Q1.0
Démarrer le disque de sciage	Moteur électrique asynchrone triphasé M2	KM2	%Q1.1
Descendre DS	Vérin double effet C1	C1+	%Q1.2
Monter DS		C1-	%Q1.3
Descendre TP	Vérin double effet C2	C2+	%Q1.4
Monter TP		C2-	%Q1.5
Allumer H1	Voyant vert	H1	%Q1.6
Allumer H2	Voyant rouge	H2	%Q1.7

En se basant sur le GRAFCET point de vue système, les tableaux d'affectation des entrées/sorties et le document ressources **DRES 01** :

- Q1:** Compléter le GRAFCET point de vue partie commande (PC). **3 pts**
- Q2:** Compléter le GRAFCET point de vue API. **3 pts**
- Q3:** Compléter le tableau des équations d'enclenchement et de remise à zéro. **2 pts**
- Q4:** Donner les équations des sorties **KM2** et **C2+**. **1 pt**
- Q5:** Compléter le programme en langage **LADDER**. **2 pts**
- Q6:** Compléter le schéma du raccordement des capteurs au module des entrées de l'API. **1,5 pt**
- Q7:** Compléter le schéma du raccordement des préactionneurs au module des sorties de l'API. **1,5 pt**

B) Initiation aux bus et aux réseaux de terrain : (8 points)

Nous voulons transmettre les caractères suivants « **IRON** » sur un réseau informatique. La vitesse de ce réseau est de **19200 bits/s**, avec une durée inter-frame nulle. Deux possibilités sont proposées : Soit une transmission asynchrone, soit une transmission synchrone.

B1) Transmission asynchrone :

En transmission asynchrone, les caractères sont délimités par un bit, dit **bit de start**, et un ou plusieurs bits, dits **bits de stop**. Le ou les bits de stop correspondent à un temps minimal de repos du système entre l'émission ou la réception de deux caractères successifs (période de discernement).

Sachant que la transmission s'effectue avec un seul bit de stop, et que chaque caractère est codé sur 8 bits comme indique le tableau suivant :

Tableau du codage ASCII

Car.	Hex.	Dèc.	Car.	Hex.	Dèc.	Car.	Hex.	Dèc.	Car.	Hex.	Dèc.
SP	20	32	8	38	56	P	50	80	h	68	104
!	21	33	9	39	57	Q	51	81	i	69	105
"	22	34	:	3A	58	R	52	82	j	6A	106
#	23	35	;	3B	59	S	53	83	k	6B	107
\$	24	36	<	3C	60	T	54	84	l	6C	108
%	25	37	=	3D	61	U	55	85	m	6D	109
&	26	38	>	3E	62	V	56	86	n	6E	110
'	27	39	?	3F	63	W	57	87	o	6F	111
(	28	40	@	40	64	X	58	88	p	70	112
)	29	41	A	41	65	Y	59	89	q	71	113
*	2A	42	B	42	66	Z	5A	90	r	72	114
+	2B	43	C	43	67	[	5B	91	s	73	115
,	2C	44	D	44	68	\	5C	92	t	74	116
-	2D	45	E	45	68	]	5D	93	u	75	117
.	2E	46	F	46	70	^	5E	94	v	76	118
/	2F	47	G	47	71	_	5F	95	w	77	119
0	30	48	H	48	72	`	60	96	x	78	120
1	31	49	I	49	73	a	61	97	y	79	121
2	32	50	J	4A	74	b	62	98	z	7A	122
3	33	51	K	4B	75	c	63	99	{	7B	123
4	34	52	L	4C	76	d	64	100	|	7C	124
5	35	53	M	4D	77	e	65	101	}	7D	125
6	36	54	N	4E	78	f	66	102	~	7E	126
7	37	55	O	4F	79	g	67	103	DEL	7F	127

En se basant sur le tableau du codage ASCII et le document ressources **DRES 02** :

Q8: Compléter la représentation des bits présents sur le réseau. **1,5 pt**

Q9: Sachant que la vitesse de ce réseau est de **19200 bits/s**, déterminer la durée de la transmission **t** du message « **IRON** ». **1,5 pt**

Q10: Déterminer l'efficacité **E** de cette transmission. **1 pt**

B2) Transmission synchrone :

En transmission synchrone, les caractères à transmettre sont regroupés pour former un bloc, ce dernier est délimité par des caractères spéciaux.

Synchronisation 8 bits	Commande 8 bits	Bloc de 4 caractères de données	Contrôle 8 bits
---------------------------	--------------------	---------------------------------	--------------------

Sachant que les caractères sont codés sur 8 bits.

Q11: Sachant que la vitesse de ce réseau est de **19200 bits/s**. Déterminer la durée de la transmission **t** du message « **IRON** ». **1,5 pt**

Q12: Déterminer l'efficacité **E** de cette transmission. **1 pt**

Q13: Dans quel cas l'efficacité du mode synchrone est supérieure à celle du mode asynchrone ? **1,5 pt**

- La transmission de 4 caractères.
- La transmission de 30 caractères.

C) Gestion de la maintenance : (8 points)

Afin d'améliorer la disponibilité des machines (diminution du nombre de pannes, du temps moyen de réparation et du temps total d'arrêt), une entreprise de fabrication des produits alimentaires essaye en permanence d'identifier les différentes défaillances (pannes) de ses chaînes de production, et de mettre en œuvre des actions préventives et correctives.

Pour sélectionner les machines qui présentent le plus de pannes, l'entreprise devra les classer par ordre d'importance afin de cibler l'intervention.

L'historique des pannes des machines de l'entreprise durant la période comprise entre le 01/01/2021 et le 31/12/2022 (**24** mois) est résumé dans le tableau 1 de la page suivante :

Tableau 1

Machine	Nombre de pannes	Temps total de pannes (min)
Machine - N° 01	302	8078
Machine - N° 02	398	5634
Machine - N° 03	315	114732
Machine - N° 04	469	20661
Machine - N° 05	415	103491
Machine - N° 06	351	828
Machine - N° 07	332	3134
Machine - N° 08	385	6057
Machine - N° 09	427	23514
Machine - N° 10	392	2159

En se basant sur le tableau ci-dessus et le document ressource **DRES 03** :

Q14: Sachant que l'entreprise travaille **26 Jours/mois** et **22 heures/jour**. Calculer le temps alloué **TA** en [min]. **1 pt**

Q15: Compléter le tableau en calculant le **MTBF** et le **MTTR**.

4 pts

Q16: Effectuer le classement des machines par ordre décroissant du critère **MTTR**.

2 pts

Le classement des pannes selon le **MTTR** se fait en trois zones normalisées **A**, **B** et **C** ; dans ce système, on admet pour la :

- **Zone A** : $MTTR \geq 160$ min ;
- **Zone B** : $11 \text{ min} \leq MTTR \leq 159$ min ;
- **Zone C** : $1 \text{ min} \leq MTTR \leq 10$ min.

Q17: Quelles sont les machines classées dans la **Zone A** ?

1 pt

Une démarche de traduction d'un GRAFCET en LADDER

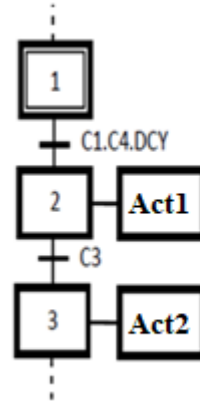
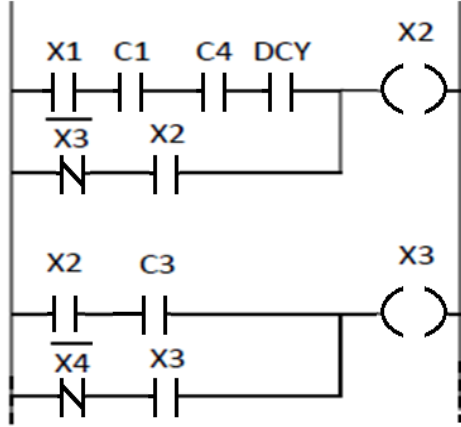
Afin de respecter les règles d'évolution du GRAFCET, chaque étape peut être matérialisée par une mémoire du type marche prioritaire possédant une structure de la forme :

$$X = \text{Encl} + \overline{\text{RAZ}} \cdot X$$

Les termes d'enclenchement (**Encl**) et de remise à zéro (**RAZ**) sont définis de la manière suivante :

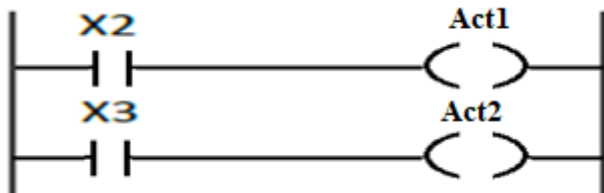
ETAPE X { **Encl** : Etat logique de l'Etape(s) précédente(s) **ET** Réceptivité
RAZ : Etat logique de l'Etape(s) suivante(s)

Exemple :

Equation	Programme en LADDER
 <p>Encl: X1.C1.C4.DCY RAZ: X3 $X2 = X1.C1.C4.DCY + \overline{X3} \cdot X2$</p> <p>Encl: X2.C3 RAZ: X4 $X3 = X2.C3 + \overline{X4} \cdot X3$</p>	 <p>ETAPE 2</p> <p>ETAPE 3</p>

Pour établir la commande de chaque sortie, il suffit de considérer la ou les étapes durant lesquelles la sortie doit être enclenchée. Ainsi :

- La sortie « Act1 » a lieu durant l'ETAPE 2 d'où : **Act1 = X2**
- La sortie « Act2 » a lieu durant l'ETAPE 3 d'où : **Act2 = X3**



Les modes de transmission série asynchrone et synchrone :

Effacité :

L'efficacité d'un protocole est mesurée par le rapport entre le nombre de bits utiles transmis (bit d'information) et le nombre de bits réellement transmis (information + service). L'efficacité est donnée par la relation :

$$E = \frac{\text{nombre de bits utiles}}{\text{nombre de bits réellement transmis}}$$

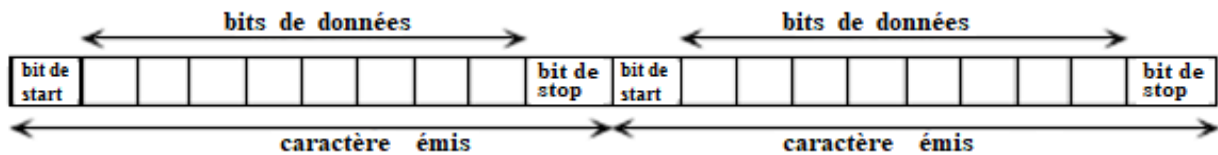
Exemple de calcul et comparaison des modes de transmission.

Soit à transmettre un message de **100** caractères de **8 bits**.

Les caractéristiques de chacun des modes de transmission sont indiquées par les figures ci-dessous. On admettra que les temps de silence sont nuls entre les caractères et entre les blocs.

Déterminons le mode de transmission le plus efficace ?

Mode de transmission par caractère ou transmission asynchrone :



On transmet pour chaque caractère **1 bit de start** et **1 bit de stop**.

Le nombre de bit à transmettre est :

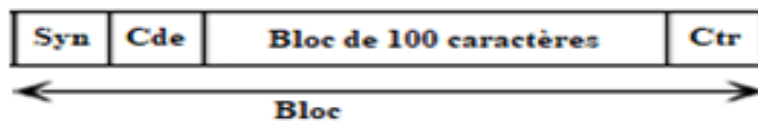
100×8 (bits d'information) + 100 (bit de start) + 100 (bits de stop)

Soit Nombre de bits = $800 + 100 + 100 = 1000$ bits

Ce qui donne 1000 bits transmis pour 800 utiles, d'où une efficacité du mode asynchrone au maximum de :

$$E = \left(\frac{800}{1000} \right) = 80\%$$

Mode de transmission par bloc ou transmission synchrone :



En transmission synchrone, seuls sont rajoutés 3 caractères de 8 bits (une synchronisation, un champ de commande et un caractère de contrôle soit au total 24 bits). Dans ces conditions :

Le nombre de bit à transmettre est de :

100×8 (bits d'information) + 8 (bit de syn) + 8 (bits de Cde) + 8 (bits de Ctr)

Soit Nombre de bits = $800 + 8 + 8 + 8 = 824$ bits

L'efficacité du mode synchrone est de : $E = \left(\frac{800}{824} \right) = 97\%$.

L'efficacité du mode synchrone est supérieure à celle du mode asynchrone dans le cas d'une transmission d'un nombre de caractères supérieur à **12**.

Présentation de la loi de Pareto

La méthode **ABC**, issue de la loi de Pareto, est simple à appliquer. Son objectif est de définir trois zones appelées respectivement zones **A**, **B**, et **C** d'où le nom de la méthode.

La zone **A** est une zone critique.

Définition et exemples de calcul :

Le temps alloué **TA** est parfois appelé temps gamme car **c'est le temps affecté (ou alloué) aux opérations des gammes de fabrication.**

$$TA (min) = \frac{\text{Nombre de Jours}}{\text{mois}} \times \frac{\text{Nombre d'heures}}{\text{jour}} \times \text{Nombre de mois} \times 60$$

Le temps moyen entre pannes ou durée moyenne entre pannes, souvent désigné par son sigle anglais **MTBF (Mean Time Between Failures)**

$$MTBF(min) = \frac{\text{Temps alloué} - \text{Temps total de pannes}}{\text{Nombre de pannes}}$$

La définition du **MTTR (Mean Time To Repair)** représente le temps moyen nécessaire pour réparer et restaurer un système défaillant

$$MTTR(min) = \frac{\text{Temps total de pannes}}{\text{Nombre de pannes}}$$

Exemple :

Une entreprise d'étalonnage des capteurs de température et de pression travaille **28 Jours/mois** et **16 heures/jours**. Durant **24 Mois**, calculer le temps alloué **TA**, le **MTBF** et le **MTTR**.

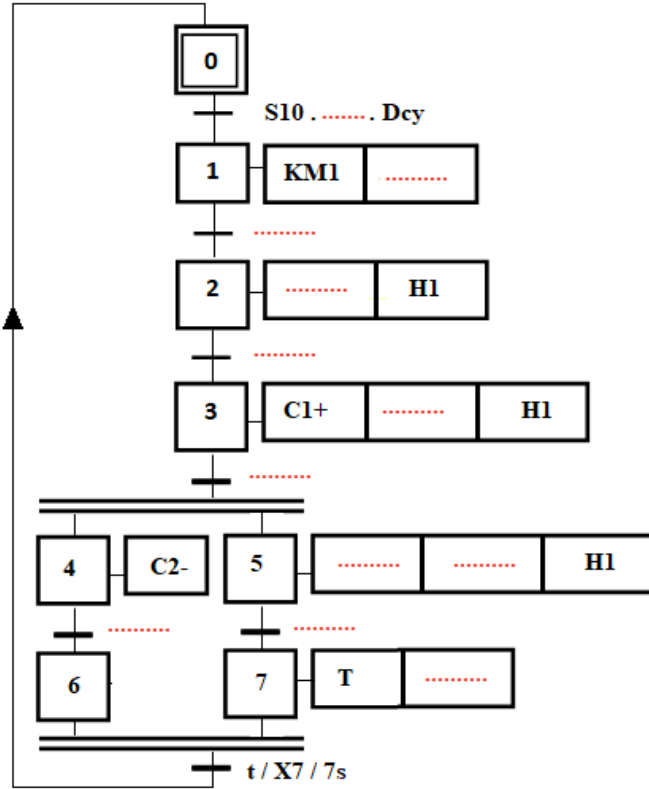
$$TA = 28 \times 16 \times 24 \times 60 = 645120 \text{ min}$$

Capteur	Nombre de pannes	Temps total de pannes (min)
Température	69	380
Pression	12	70

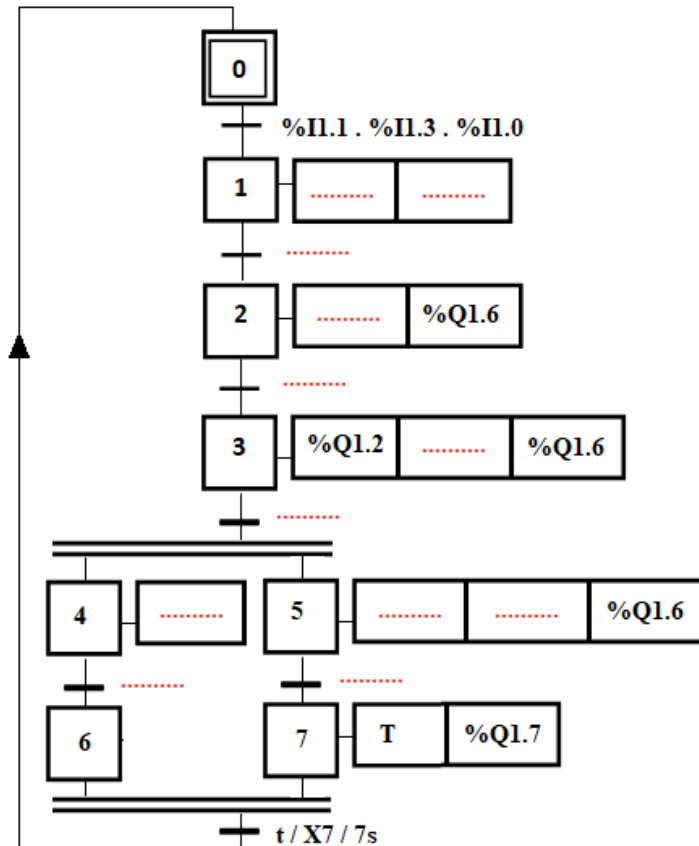
MTBF (min)	MTTR (min)
$\frac{645120 - 380}{69} = 9344,05$	$\frac{380}{69} = 5,50$
$\frac{645120 - 70}{12} = 53754,16$	$\frac{70}{12} = 5,83$

A) Initiation aux API: (14 points)

Q1: Le GRAFCET point de vue partie commande (PC) à compléter :



Q2: Le GRAFCET point de vue API à compléter :



Q3: Les équations d'enclenchement et de remise à zéro :

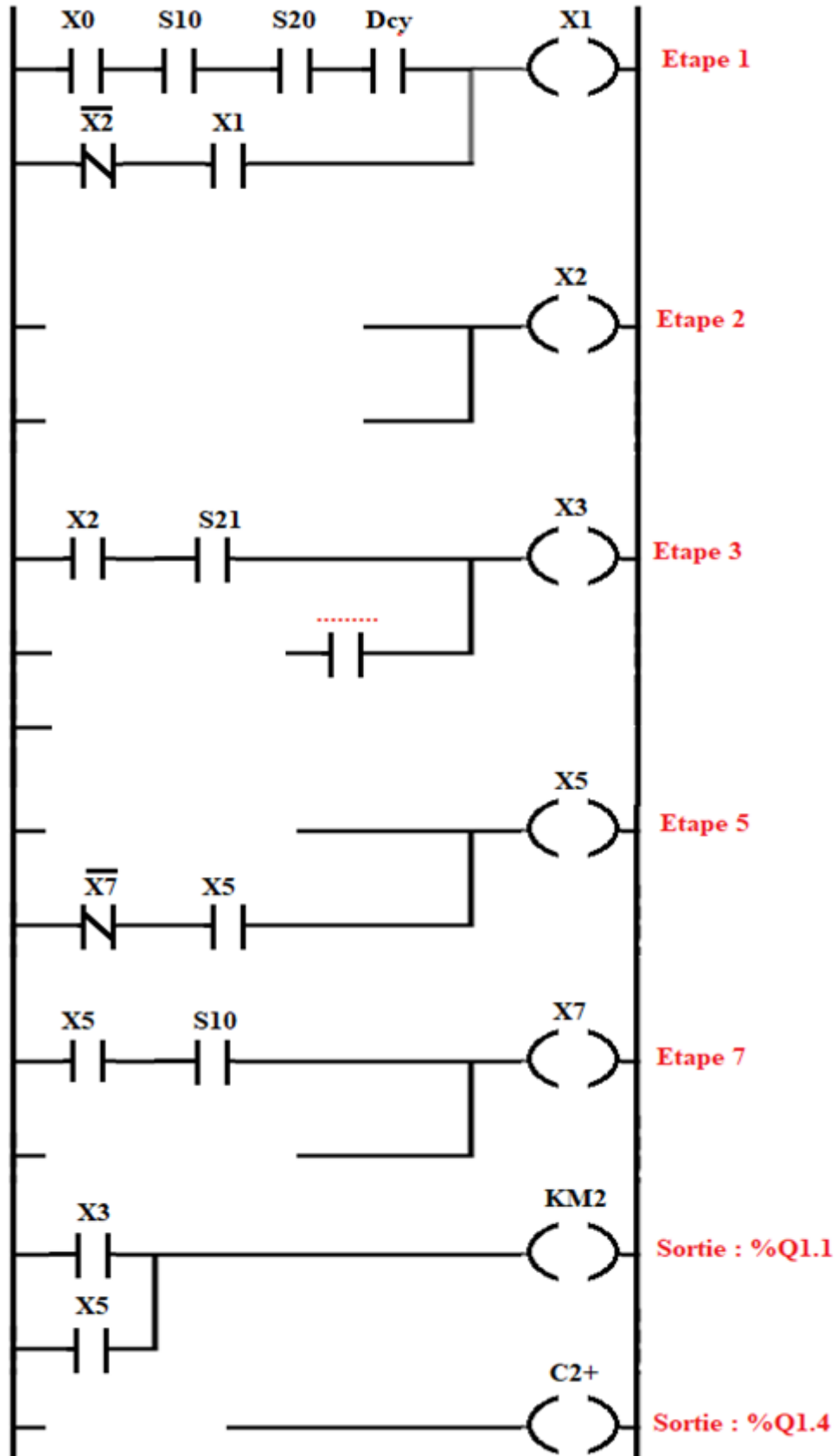
Etape X1	Encl	$X0 . S10 . S20 . Dcy$
	RAZ	$X2$
	$X1 = X0 . S10 . S20 . Dcy + X1 . \bar{X}2$	
Etape X2	Encl	.....
	RAZ	.....
	
Etape X3	Encl	$X2 . S21$
	RAZ	$X4 . X5$
	
Etape X5	Encl	.....
	RAZ	.....
	$X5 = X3 . S11 + X5 . \bar{X}7$	
Etape X7	Encl	.....
	RAZ	.....
	$X7 = X5 . S10 + X7 . \bar{X}0$	

Q4: Equations des sorties :

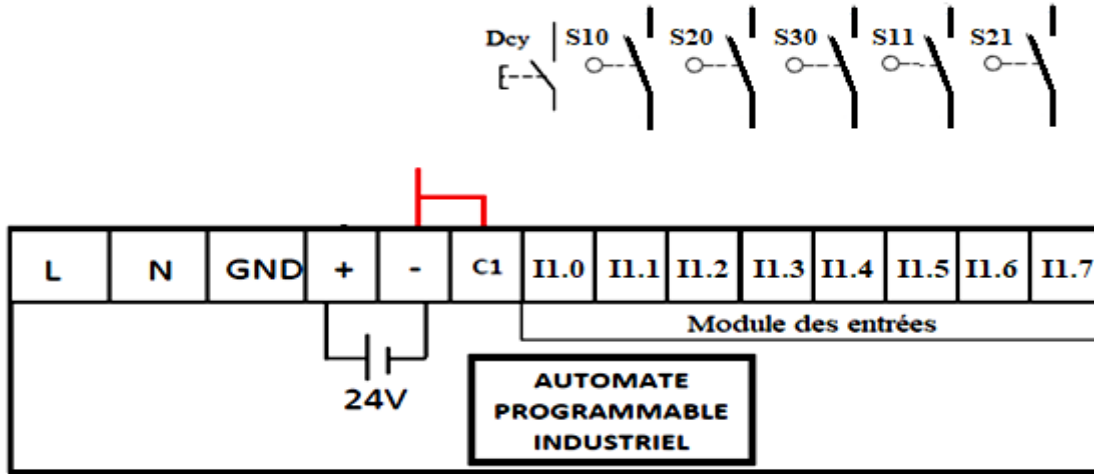
KM2 =

C2+ =

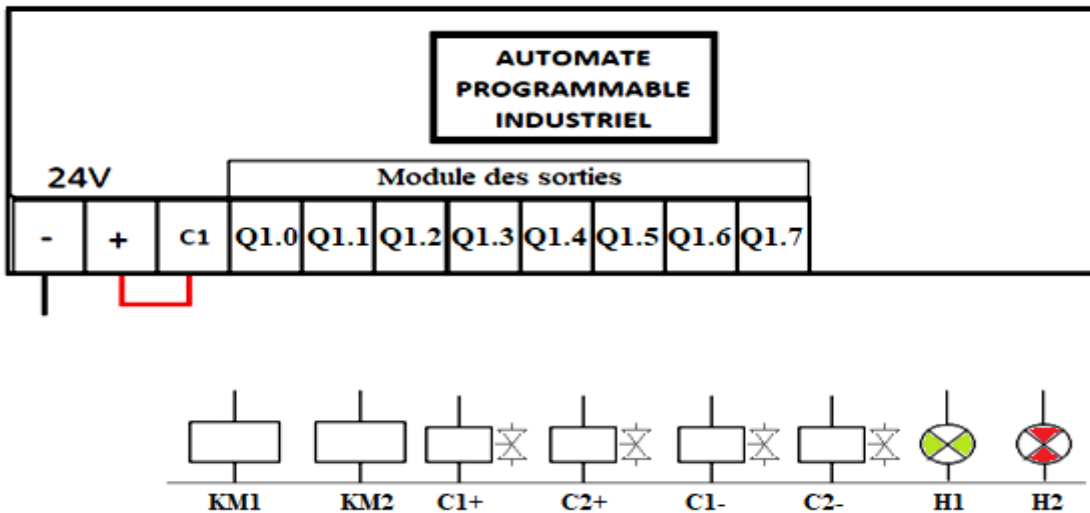
Q5: Programme en Langage LADDER



Q6: Le schéma du raccordement des entrées de l'API à compléter :

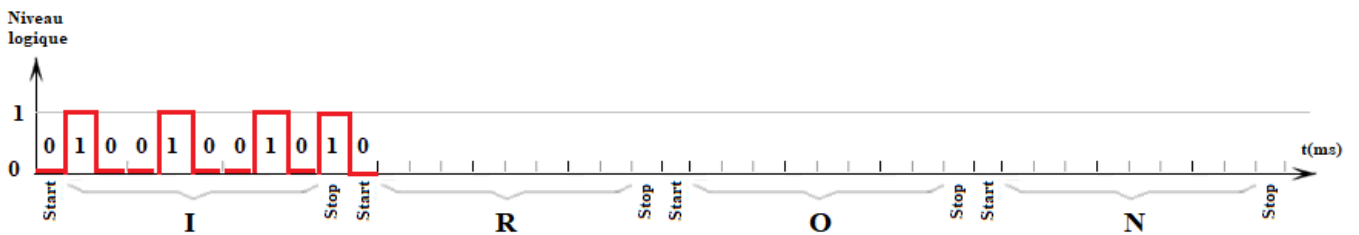


Q7: Le schéma du raccordement des sorties de l'API à compléter :



B) Initiation aux bus et aux réseaux de terrain : (8 points)

Q8: La représentation des bits présents sur le réseau sachant que c'est le bit de poids faible du caractère qui est transmis en premier :



Q9: La durée de la transmission t en mode asynchrone :

.....

.....

.....

Q10: L'efficacité **E** de la transmission en mode asynchrone :

.....

Q11: La durée de la transmission **t** en mode synchrone :

.....

Q12: L'efficacité **E** de la transmission en mode synchrone :

.....

Q13: L'efficacité du mode synchrone est supérieure à celle du mode asynchrone dans : (cocher la bonne réponse)

- La transmission de 4 caractères.
 La transmission de 30 caractères.

C) Gestion de la maintenance : (8 points)

Q14: Sachant que l'entreprise travaille 26 Jours/mois et 22 heures/jour. Calcul du temps alloué en minute.

- **TA** =

Q15: Calcul du **MTBF** et du **MTTR**.

Tableau 1

Machine	Nombre de pannes	Temps total de pannes (min)
Machine - N° 01	302	8078
Machine - N° 02	398	5634
Machine - N° 03	315	114732
Machine - N° 04	469	20661
Machine - N° 05	415	103491
Machine - N° 06	351	828
Machine - N° 07	332	3134
Machine - N° 08	385	6057
Machine - N° 09	427	23514
Machine - N° 10	392	2159

Tableau 2

MTBF (min)	MTTR (min)
2700,67	26,75
.....
.....
.....
.....
.....
2471,52	9,44
.....
.....
.....

Q16: Classement des machines par ordre décroissant du critère MTTR

Repère	Machine classées	MTTR
R1	Machine - N° 03	364,23
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10	Machine - N° 06	2,36

Q17: Les machines classées dans la **Zone A** :

.....

.....

.....

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2023



PPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPP

مخاض الإجابة

NR 216B

2h

مدة الإنجاز

اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الثاني) - فترة ما بعد الزوال

المادة

10

المعامل

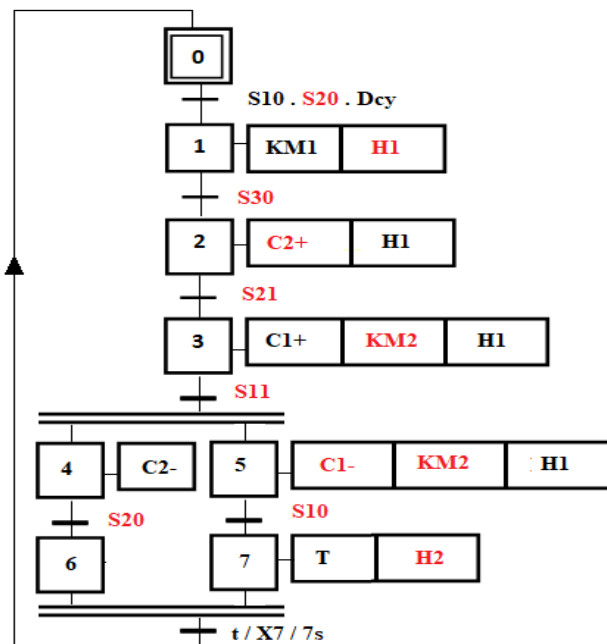
شعبة الهندسة الكهربائية مسلك النظم الإلكترونية والرقمية

الشعبة أو المسلك

Éléments de correction

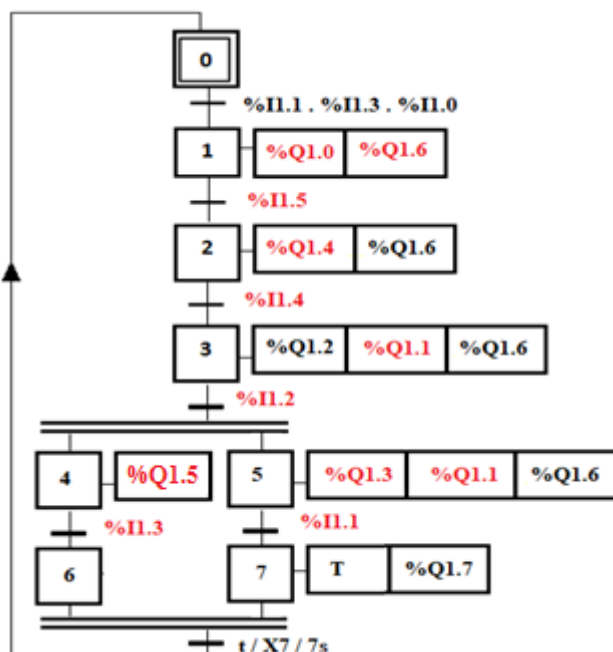
A) Initiation aux API : (14 points)

Q1: Le GRAFCET point de vue partie commande (PC) à compléter :



12 * 0,25 Point

Q2: Le GRAFCET point de vue API à compléter :



12 * 0,25 Point

8 *0,25 Point

Q3: Les équations d'enclenchement et de remise à zéro :

Etape X1	Encl	$X0 . S10 . S20 . Dcy$
	RAZ	$X2$
	$X1 = X0 . S10 . S20 . Dcy + X1 . \bar{X2}$	
Etape X2	Encl	$X1 . S30$
	RAZ	$X3$
	$X2 = X1 . S30 + X2 . \bar{X3}$	
Etape X3	Encl	$X2 . S21$
	RAZ	$X4 . X5$
	$X3 = X2 . S21 + X3 . \bar{X4} . \bar{X5}$	
Etape X5	Encl	$X3 . S11$
	RAZ	$X7$
	$X5 = X3 . S11 + X5 . \bar{X7}$	
Etape X7	Encl	$X5 . S10$
	RAZ	$X0$
	$X7 = X5 . S10 + X7 . \bar{X0}$	

Q4: Equations des sorties :

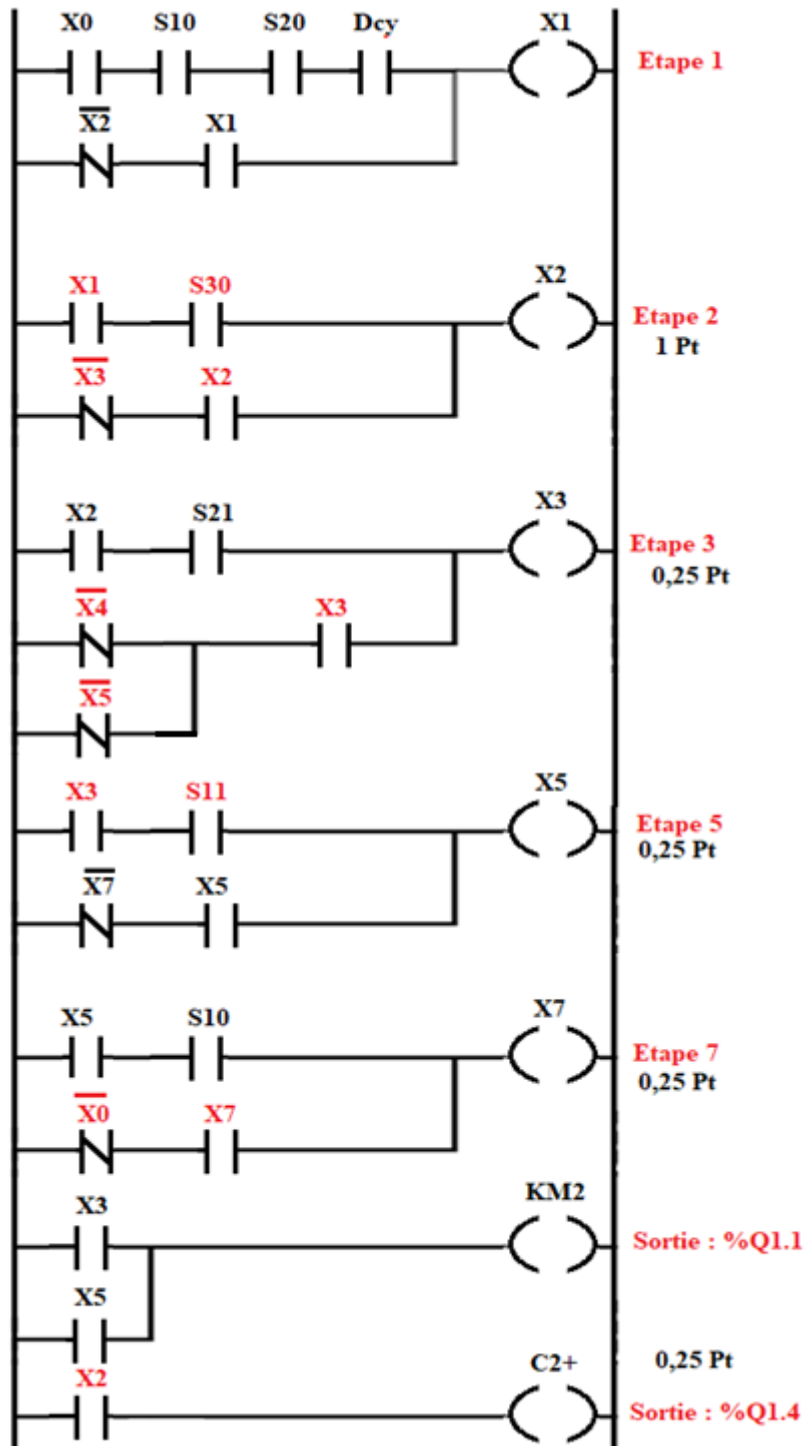
2 * 0.5 Point

$$KM2 = X3 + X5$$

$$C2+ = X2$$

Q5: Programme en Langage LADDER

2 Points



Q9: La durée de la transmission en mode asynchrone :

1,5 Point

$$t = \frac{10 * 4}{19200} = 2,08 \text{ ms}$$

Q10: L'efficacité de la transmission en mode asynchrone :

1 Point

$$E = \frac{4 * 8}{10 * 4} = 80\%$$

Q11: La durée de la transmission en mode synchrone :

1,5 Point

$$t = \frac{8 * 4 + 8 + 8 + 8}{19200} = 2,9 \text{ ms}$$

Q12: L'efficacité de la transmission en mode synchrone :

1 Point

$$E = \frac{4 * 8}{8 * 4 + 8 + 8 + 8} = 57,14\%$$

Q13: L'efficacité du mode synchrone est supérieure à celle du mode asynchrone dans : (cocher la bonne réponse)

La transmission de 4 caractères.

1,5 Point

La transmission de 30 caractères.

C) Gestion de la maintenance : (8 points)

Q14: Sachant que l'entreprise travaille 26 Jours/mois et 22 heures/jour. Calculer le temps alloué en minute.

▪ Temps alloué = 26 * 22 * 24 * 60 = 823680 min

1 Point

Q15: Compléter le tableau suivant en calculant le MTBF et le MTTR.

4 Points

Tableau 1

Machine	Nombre de pannes	Temps total de pannes (min)
Machine - N° 01	302	8078
Machine - N° 02	398	5634
Machine - N° 03	315	114732
Machine - N° 04	469	20661
Machine - N° 05	415	103491
Machine - N° 06	351	828
Machine - N° 07	332	3134
Machine - N° 08	385	6057
Machine - N° 09	427	23514
Machine - N° 10	392	2159

Tableau 2

MTBF (min)	MTTR (min)
2700,67	26,75
2055,39	14,16
2250,63	364,23
1712,19	44,05
1735,40	249,38
2344,31	2,36
2471,52	9,44
2123,70	15,73
1873,93	55,07
2095,72	5,51

Q16: Le classement des machines par ordre décroissant du critère **MTTR** :

Repère	Machine classées	MTTR
R1	Machine - N° 03	364,23
R2	Machine - N° 05	249,38
R3	Machine - N° 09	55,07
R4	Machine - N° 04	44,05
R5	Machine - N° 01	26,75
R6	Machine - N° 08	15,73
R7	Machine - N° 02	14,16
R8	Machine - N° 07	9,44
R9	Machine - N° 10	5,51
R10	Machine - N° 06	2,36

2 Points

Q17: Les machines classées dans la **Zone A** :

R1	Machine - N° 03	364,23
R2	Machine - N° 05	249,38

1 Point