

الصفحة	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة العادية 2024 -الموضوع-	المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة
1		
12		
***	PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPPP	NS 216B
	المركز الوطني للتقويم والامتحانات	

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

☞ Le sujet comporte au total 12 pages.

☞ Le sujet comporte 3 types de documents :

- Pages 02 à 05 : Socle du sujet (Couleur Verte)
- Pages 06 à 08 : Documents ressources portant la mention **DRES XX** (Couleur Rose)
- Pages 9 à 12 : 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 16 (Q16).

☞ 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)

STATION DE TRAITEMENT DES EAUX

I) MISE EN SITUATION :

Tous les jours, nous utilisons de l'eau pour boire, prendre notre douche et laver nos vêtements. Nous sommes tellement habitués à avoir de l'eau propre sur demande que nous nous arrêtons rarement pour nous demander d'où elle vient. Nous puisons notre eau potable dans des lacs, des rivières. Parfois, nous la puisons aussi sous terre — c'est ce qu'on appelle l'**eau souterraine**. D'où qu'elle provienne, l'eau doit être purifiée avant son utilisation. Ce processus se nomme le **traitement de l'eau**. Il comporte plusieurs étapes qui visent à rendre l'eau potable.

Parmi ces étapes on cite :

La filtration : L'eau passe dans des filtres faits de sable et de charbon. Cela permet d'éliminer toute particule solide restante.

La désinfection : On ajoute alors du chlore dans l'eau, ce qui tue la grande majorité des micro-organismes pouvant causer des maladies. Enfin, l'eau est canalisée vers les habitations, les écoles et les entreprises pour que la population puisse l'utiliser.

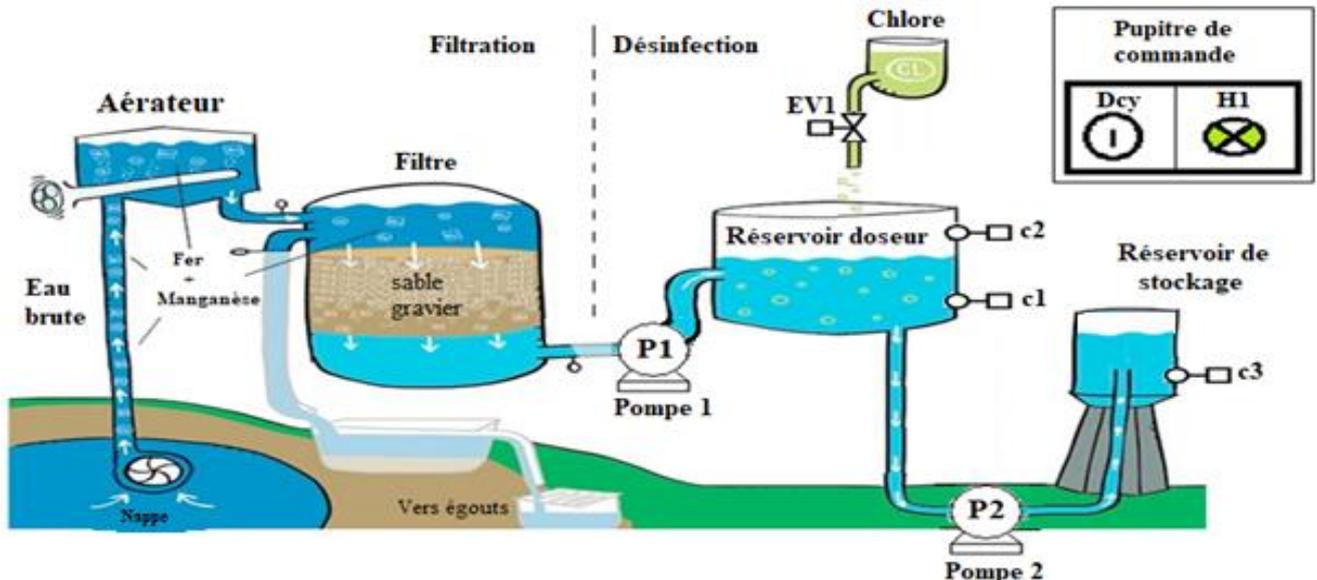
Le système étudié est **la désinfection**, il est assuré principalement par deux pompes et une électrovanne commandées par un automate programmable (API).

II) DESCRIPTION DU SYSTEME :

Le système comporte essentiellement :

- ✓ Une pompe **P1** (entraînée par un moteur commandé par un contacteur **KM1**) permet le remplissage du réservoir doseur ;
- ✓ Une pompe **P2** (entraînée par un moteur commandé par un contacteur **KM2**) permet le remplissage du réservoir de stockage ;
- ✓ Une électrovanne **EV1** qui permet l'écoulement du Chlore ;
- ✓ Un réservoir doseur équipé de deux capteurs : **c1** de niveau bas et **c2** de niveau haut ;
- ✓ Un réservoir de stockage équipé d'un capteur **c3** de niveau bas ;
- ✓ Un pupitre de commande.

Schéma descriptif :



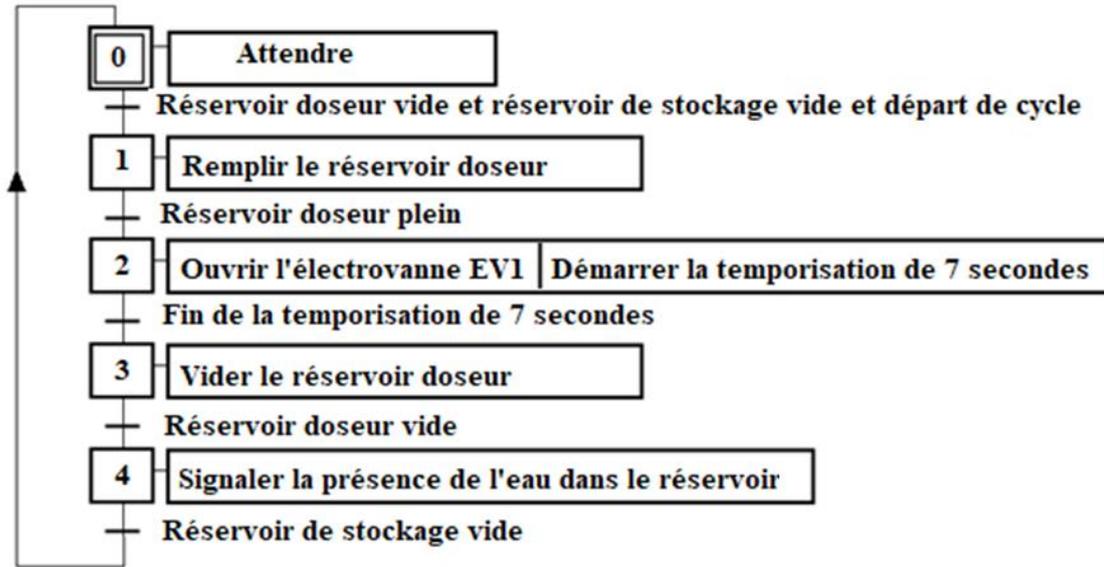
III) FONCTIONNEMENT DU SYSTEME :

A l'état initial le réservoir doseur est vide ($c1 = "1"$) et le réservoir de stockage est vide ($c3 = "1"$).

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

- Mise en marche de la pompe (P1) qui permet le remplissage du réservoir doseur jusqu'à l'action du capteur $c2$;
- Ouverture de l'électrovanne EV1 pendant 7 secondes pour permettre l'écoulement du chlore (Désinfection) ;
- Mise en marche de la pompe (P2) qui permet la vidange du réservoir doseur vers le réservoir stockage jusqu'à l'action du capteur $c1 = "1"$;
- Allumage de la lampe H1 verte qui signale la présence de l'eau potable dans le réservoir de stockage.

Le GRAFCET point de vue système est le suivant :



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

Tableau d'affectation des entrées

Fonction de l'entrée	Capteur/Interface d'entrée	Variable d'entrée de l'API
Départ de cycle	Dcy	%I1.0
Réservoir doseur vide	c1	%I1.1
Réservoir doseur plein	c2	%I1.2
Réservoir de stockage vide	c3	%I1.3

Tableau d'affectation des sorties

Action	Actionneur	Préactionneur	Variable de sortie de l'API
Remplir le réservoir doseur	Pompe 1	KM1	%Q1.0
Vider le réservoir doseur	Pompe 2	KM2	%Q1.1
Ouvrir l'électrovanne	Electrovanne	EV1	%Q1.2
Allumer H1	Voyant vert	H1	%Q1.3

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

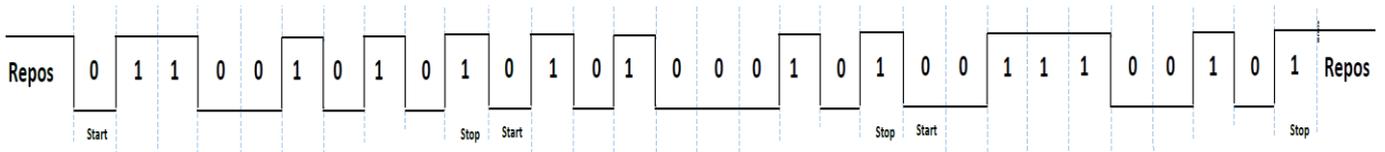
- Q1:** Compléter le GRAFCET point de vue partie commande (PC). **3 pts**
- Q2:** Compléter le GRAFCET point de vue API. **3 pts**
- Q3:** Compléter le tableau des équations des étapes. **2 pts**
- Q4:** Donner les équations des sorties. **1 pt**
- Q5:** Compléter le programme en langage List d'instructions. **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 de sorties de l'API. **1.5 pt**

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

Nous voulons transmettre un message selon le protocole suivant :

- ✓ 1 bit de start ;
- ✓ 8 bits de données ;
- ✓ 1 bit de stop ;
- ✓ vitesse de transmission est de **19200 bauds**.

Le message à envoyer est représenté par la trame suivante (le bit de poids faible du caractère est transmis en premier) :



En se basant sur les données ci-dessus et le document ressources **DRES 02** :

- Q8:** De quelle trame s'agit-il ? (I2C, RS232 ou Bus CAN) **1 pt**
- Q9:** Déterminer le code **ASCII** en Binaire et en Hexa décimal puis les caractères du message transmis en complétant le tableau correspondant. **2 pts**
- Q10:** Calculer l'efficacité de cette transmission **E**. **1.5 pt**
- Q11:** Sachant que la vitesse de transmission est de **19200 bauds**, déterminer la durée **T** (en μs) du message à envoyer. **1.5 pt**
- Q12:** Cocher la bonne réponse : **2 pts**

C) Gestion de la maintenance : (8 points)

Dans une station de traitement des eaux, on dispose de plusieurs capteurs de mesure. Les agents de maintenance ont recueilli les types de pannes sur l'ensemble de ces instruments durant la période comprise entre le **01/01/2023** et le **31/12/2023 (12 mois)**, dans le tableau ci-dessous :

Type de défauts	Nombre de capteurs présentant le défaut
Défaut dû à l'échauffement	19
Erreur de justesse	14
Défaut d'alimentation	139
Problème de communication	5
Erreur de fidélité	9
Défaut provoqué par perturbations électromagnétiques	16
Défaut d'étalonnage	261
Erreur de précision	7
Problème de paramétrage	3
Défaut de vibration	27
Total	500

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

Q13: Effectuer le classement des défauts *par ordre décroissant* selon le critère **nombre de capteurs présentant le défaut**. Calculer le **pourcentage de capteurs présentant le défaut** et le **pourcentage cumulé**. **4 pts**

Dans notre cas, on se rend compte qu'en agissant sur **2** défauts parmi les **10 (20%)**, on restaure **80%** des capteurs défectueux.

Q14: Donner les types de défauts à réparer. **1 pt**

Q15: Sachant que l'entreprise travaille **22 Jours/mois** et **9 heures/jour**. Calculer le temps alloué en minute. **1.5 pt**

Q16: Compléter le tableau en calculant le **MTBF** et le **MTTR**. **1.5 pt**

Une démarche de traduction d'un GRAFCET en langage List d'instructions

DRES 01

Le langage de programmation IL (Instructions List ou langage à liste d'instructions) est un langage littéral. Il est constitué d'une suite d'instructions. Il est proche du langage de programmation d'un microprocesseur (assembleur). Une section écrite en langage liste d'instructions se compose d'une suite d'instructions exécutées séquentiellement par l'automate.

Format d'une instruction :

Code opération	Opérande
----------------	----------

Voici quelques instructions de base :

Code opération	Opération effectuée par l'API
LD	Lire l'état de la variable indiquée. C'est le départ de la ligne
AND	Réaliser l'opération logique ET (AND)
OR	Réaliser l'opération logique OU (OR)
ST	Réaliser l'activation de la sortie indiquée par l'adresse
N	Négation (NON)

Exemple de programmation :

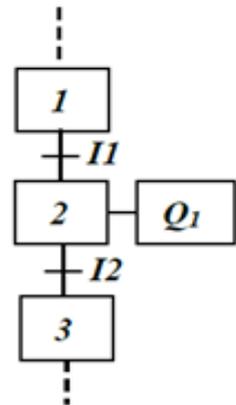
➤ Equation de l'étape X2 :

$$X2 = (X1 \cdot I1 + X2) \cdot \bar{X3}$$

➤ Equation de l'action Q1 :

$$Q1 = X2$$

➤ Programme en langage List :



Programme List	Signification
LD X1	LD : charger la variable X1
AND I1	AND : réaliser l'opération logique (ET) entre la variable I1 et la variable précédente X1.
OR X2	OR : réaliser l'opération logique (ET) entre la variable X2 et le résultat précédent.
ANDN X3	AND : réaliser l'opération logique (ET) entre la variable NON X3 et le résultat précédent.
ST X2	ST : stocker le résultat dans la variable X2.
LD X2	LD : charger la variable X2.
ST Q1	ST : stocker le résultat dans la variable Q1.

Le mode de transmission série asynchrone :

Effacité :

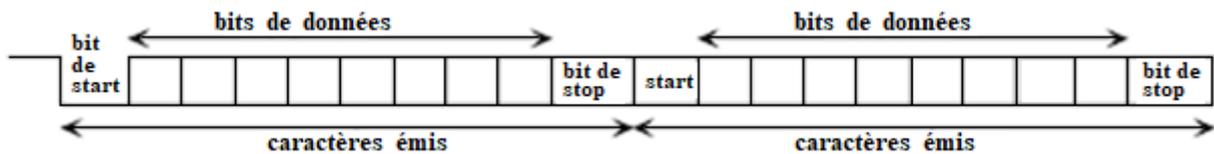
L'efficacité d'un protocole est mesurée par le rapport entre le nombre de bits utiles transmis (bits d'information) et le nombre de bits réellement transmis (information + service). L'efficacité est donnée par la relation :

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

Exemple de calcul :

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

Mode de transmission par caractère ou transmission asynchrone :



En transmission asynchrone, on transmet pour chaque caractère **1 bit de start** et **1 bit de stop**.
 Dans ces conditions, le nombre de bit à transmettre est de :

$$100 \times 8 \text{ (bits d'information)} + 100 \text{ (bit de start)} + 100 \text{ (bit de stop)}$$

$$\text{Soit Nombre de bits} = 800 + 100 + 100 = 1000 \text{ bits}$$

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

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

Tableau du codage ASCII

Car.	Hex.	Déc.	Car.	Hex.	Déc.	Car.	Hex.	Déc.	Car.	Hex.	Déc.
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

Présentation de la loi de Pareto

La loi de Pareto affirme que 80 % des conséquences découlent d'environ 20 % des causes. En d'autres termes, un petit pourcentage de causes génère un très grand effet. C'est un concept essentiel qui peut vous aider à identifier les initiatives prioritaires, c'est-à-dire celles les plus utiles à l'entreprise.

Cette loi affirme qu'environ 20% des erreurs ou des défauts causent 80% des problèmes.

Exemple de calcul des pourcentages :

Pourcentage de pannes (en %) : $Pp(\%) = \frac{\text{Nombre de pannes} \times 100}{\text{Total de pannes}}$

Pourcentage cumulé (Pc en %) : Pour calculer les pourcentages cumulés, on additionne le pourcentage du critère avec celui de la ligne précédente.

Capteur	Nombre de pannes	Pourcentage de pannes (en %)	Pourcentage cumulé (en %)
Température	79	$Pp = \frac{79}{130} * 100 = 60,76$	$Pc = 60,76$
Pression	32	$Pp = \frac{32}{130} * 100 = 24,61$	$Pc = 60,76 + 24,61 = 85,38$
Débit	19	$Pp = \frac{19}{130} * 100 = 14,61$	$Pc = 85,38 + 14,61 = 100$
Total	130		

Définitions de quelques concepts de maintenance :

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

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

- Le temps moyen entre pannes ou durée moyenne entre pannes, souvent désigné par son sigle anglais MTBF (mean time between failures)

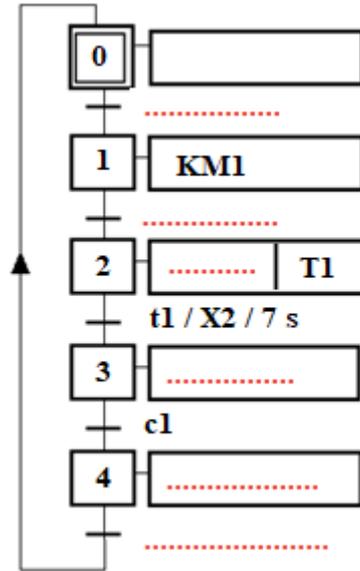
$$MTBF(min) = \frac{\text{Temps alloué} - \text{Temps total de pannes}}{\text{Nombre de pannes}}$$

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

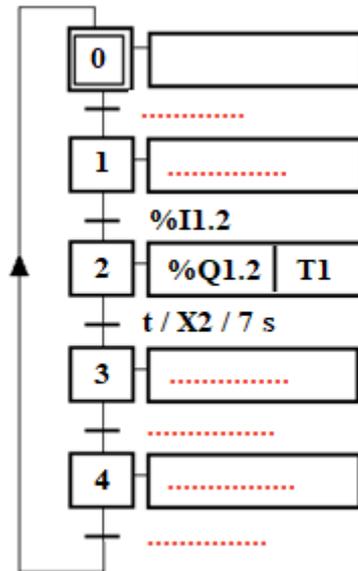
$$MTTR(min) = \frac{\text{Temps total de pannes}}{\text{Nombre de pannes}}$$

DREP 01**A) Initiation aux API : (14 points)**

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

3 pts

Q2: Le GRAFCET point de vue API à compléter :

3 pts

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

2 pts

Etape	Equation
Etape X0	$X0 = \dots + \overline{X1} + X2 + X3 + X4$
Etape X1	$X1 = \dots$
Etape X2	$X2 = \dots$
Etape X3	$X3 = (X2.t1 + X3).\overline{X4}$
Etape X4	$X4 = \dots$

DREP 02

Q4: Equations des sorties :

1 pt

KM1 =

KM2 =

EV1 =

H1 =

Q5: Programme en Langage List

2 pts

Programme List

LD X4

AND c3

OR X0

ANDN X1

ORN (X1

OR X2

OR X3

OR X4

)

ST X0

LD X0

AND c1

.....

.....

OR X1

ANDN X2

ST X1

LD X1

AND c2

.....

ANDN X3

.....

CAL TON_5 (IN := X2 ,
 PT := t#7S ,
 Q => t1 ,
 ET => TT)

LD X2

AND t1

OR X3

ANDN X4

ST X3

LD X3

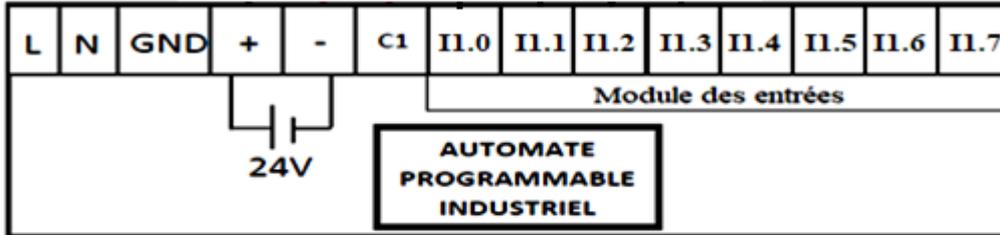
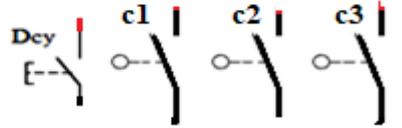
.....

.....

.....

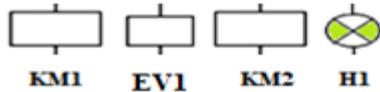
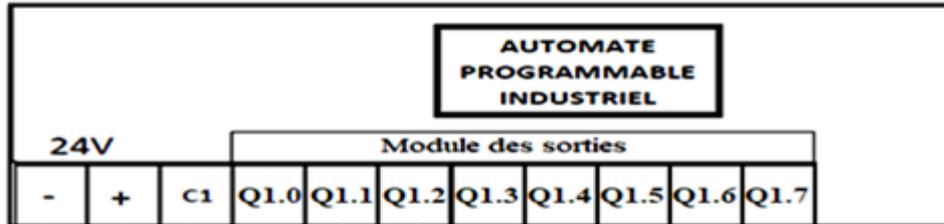
.....

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



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

1.5 pt



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

Q8: Il s'agit d'une trame :

1 pt

.....

Q9: Tableau à compléter :

2 pts

ASCII en Binaire	.....	.....	.....
ASCII en Hexadécimal	.....	45	.....
Caractère	.....	.....	.....

Q10: Calcul de l'efficacité de cette transmission E.

1.5 pt

.....

Q11: Détermination de la durée T (en µs) du message à envoyer.

1.5 pt

T =

Q12: Cocher la bonne réponse :

2 pts

DREP 04

Connecteur ou liaison	Parallèle	Série	
		Synchrone	Asynchrone
RS232
Bus I2C
Bus CAN
RS485

C) Gestion de la maintenance : (8 points)

Q13: Tableau à compléter :

4 pts

Type de défauts	Nombre de pièce présentant ce défaut	Pourcentage de pièce présentant ce défaut (en %)	Pourcentage cumulé en (%)
.....
.....
.....
.....
Défaut provoqué par perturbations électromagnétiques	16	3,2	92,4
.....
.....
.....
.....
Problème de paramétrage	3	0,6	100
Total	500		

Q14: Les types des défauts à réparer :

1 pt

.....

Q15: Calcul du temps alloué en minute :

1.5 pt

Temps alloué (min)=

Q16: Tableau à compléter :

1.5 pt

Capteur	Nombre de pannes	Temps total de pannes	MTBF	MTTR
Niveau	79	4580	.....	.....
Débit	32	320	.....	.....

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2024

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPPP

مخاض الإجابة

NR 216B

2h

مدة الإجاز

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

المادة

10

المعامل

شعبة الهندسة الكهربائية مسلك النظم الإلكترونية والرقمية

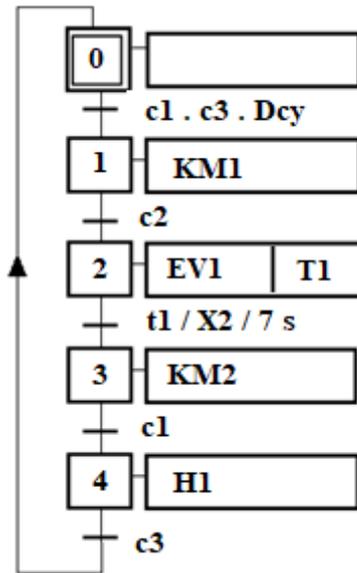
الشعبة أو المسلك

Eléments de corrigé

A) Initiation aux API : (14 points)

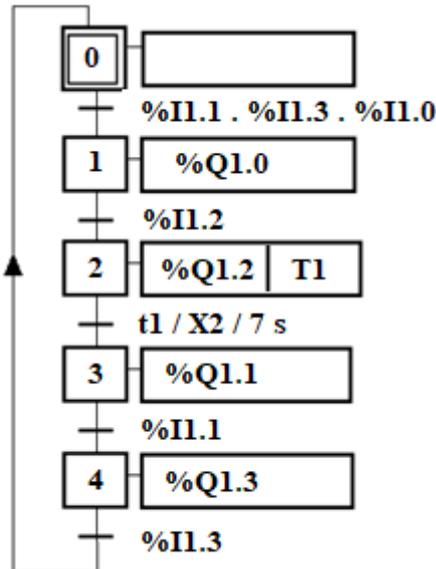
Q1: Le GRAFCET point de vue partie commande (PC) à compléter :

6 * 0.5 Point



Q2: Le GRAFCET point de vue API à compléter :

6 * 0.5 Point



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

4 *0.5 Point

Etape	Equation
Etape X0	$X0 = (X4.c3 + X0).\bar{X1} + X1 + X2 + X3 + X4$
Etape X1	$X1 = (X0.c1.c3.DCY + X1).\bar{X2}$
Etape X2	$X2 = (X1.c2 + X2).\bar{X3}$
Etape X3	$X3 = (X2.t1 + X3).\bar{X4}$
Etape X4	$X4 = (X3.c1 + X4).\bar{X0}$

Q4: Equations des sorties :

4 * 0.25 Point

$$KM1 = X1$$

$$KM2 = X3$$

$$EV1 = X2$$

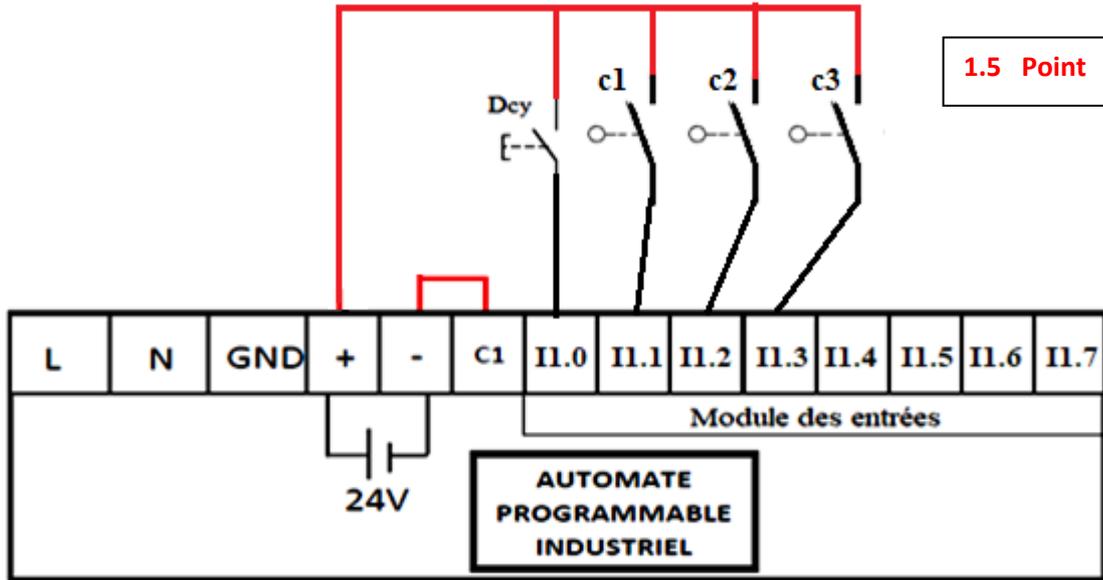
$$H1 = X4$$

Q5: Programme en Langage List

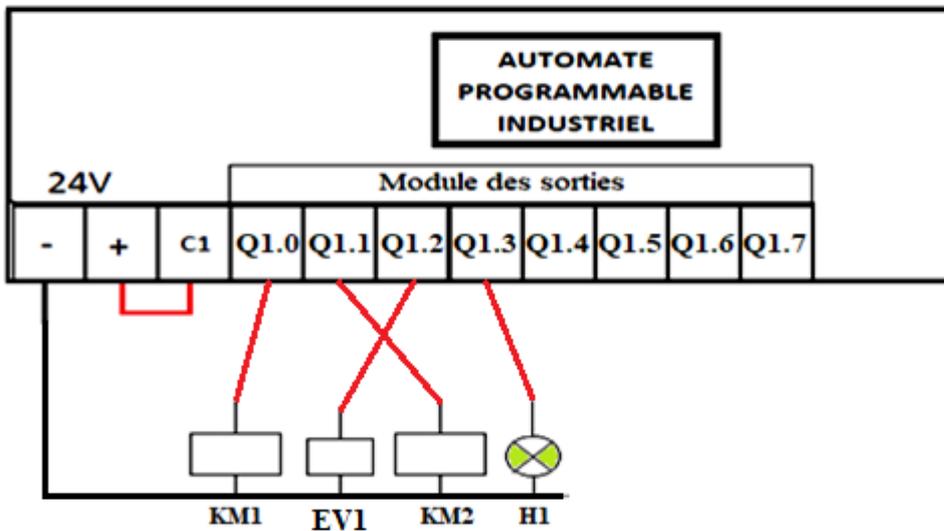
8 * 0.25 Point

Programme List	
LD	X4
AND	c3
OR	X0
ANDN	X1
ORN (	X1
OR	X2
OR	X3
OR	X4
)	
ST	X0
LD	X0
AND	c1
AND	c3
AND	DCY
OR	X1
ANDN	X2
ST	X1
LD	X1
AND	c2
OR	X2
ANDN	X3
ST	X2
CAL TON_5 (	IN := X2 ,
	PT := t#7S ,
	Q => t1 ,
	ET => TT)
LD	X2
AND	t1
OR	X3
ANDN	X4
ST	X3
LD	X3
AND	c1
OR	X4
ANDN	X0
ST	X4

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



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



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

Q8: Il s'agit d'une trame :

RS232

1 Point

Q9: Le code **ASCII** en Binaire et en Hexa décimal puis les caractères du message transmis en complétant le tableau correspondant.

8 * 0.25 Point

ASCII en Binaire	01010011	01000101	01001110
ASCII en Hexadécimal	53	45	4E
Caractère	S	E	N

Q10: Calcul de l'efficacité de cette transmission E.

1.5 Point

$$E = \frac{24}{30} = 80\%$$

Q11: Sachant que la vitesse de transmission est de **19200 bauds**, la durée **T** (en μs) du message à envoyer est :

1.5 Point

$$T = \frac{30}{19200} = 1562,5 \mu s$$

Q12: Cocher la bonne réponse :

Connecteur ou liaison	Parallèle	Série	
		Synchrone	Asynchrone
RS232			X
Bus I2C		X	
Bus CAN			X
RS485			X

4 * 0.5 Point

C) Gestion de la maintenance : (8 points)

16 * 0.25 Point

Q13: Tableau à compléter :

Type de défaut	Nombre de pièce présentant ce défaut	Pourcentage de pièce présentant ce défaut (en %)	Pourcentage cumulé en (%)
Défaut d'étalonnage	261	52,2	52,2
Défaut d'alimentation	139	27,8	80
Défaut de vibration	27	5,4	85,4
Défaut dû à l'échauffement	19	3,8	89,2
Défaut provoqué par perturbations électromagnétiques	16	3,2	92,4
Erreur de justesse	14	2,8	95,2
Erreur de fidélité	9	1,8	97
Erreur de précision	7	1,4	98,4
Problème de communication	5	1	99,4
Problème de paramétrage	3	0,6	100
Total	500		

Q14: Les types de défaut à réparer :

2 * 0.5 Point

Défaut d'étalonnage

Défaut d'alimentation

Q15: Calcul du temps alloué en minute :

Temps alloué = 22 * 9 * 12 * 60 = 142 560 min

1.5 Point

Q16: Tableau à compléter :

1.5 Point

Capteur	Nombre de pannes	Temps total de pannes	MTBF	MTTR
Niveau	79	4580	1746,58	57,97
Débit	32	320	4445	10