

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT	Session de contrôle 2023
	Épreuve : Technologie	Section : Sciences Techniques
	Durée : 4h	Coefficient de l'épreuve : 3

N° d'inscription

--	--	--	--	--	--



CONSTITUTION DU SUJET

- Un dossier technique : pages 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7, 6/7 et 7/7.
- Un dossier réponses : pages 1/8, 2/8, 3/8, 4/8, 5/8, 6/8, 7/8 et 8/8.

TRAVAIL DEMANDE

- A. Partie génie mécanique : pages 1/8, 2/8, 3/8 et 4/8 (10 points).
- B. Partie génie électrique : pages 5/8, 6/8, 7/8 et 8/8 (10 points).

Observation : Aucune documentation n'est autorisée. L'utilisation de la calculatrice est permise.

FARDELEUSE SEMI-AUTOMATIQUE

1. PRESENTATION

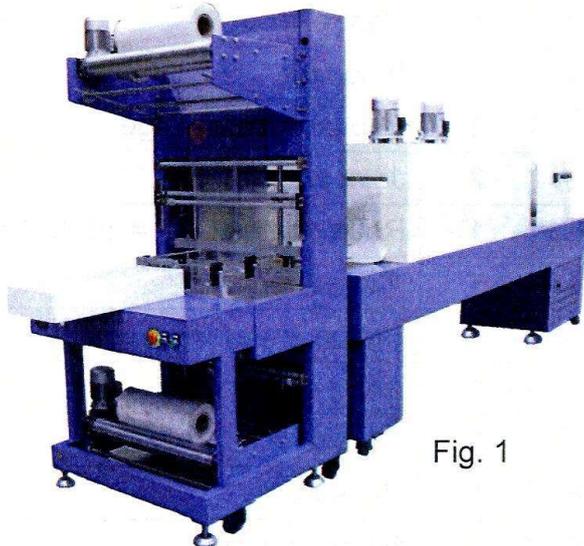


Fig. 1

La fardeleuse (Fig.1) est une machine semi-automatique qui sert à envelopper des cartons de produits divers avec un film en plastique pouvant prendre la forme du carton sous l'effet de la chaleur (thermo-rétractable).

2. DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

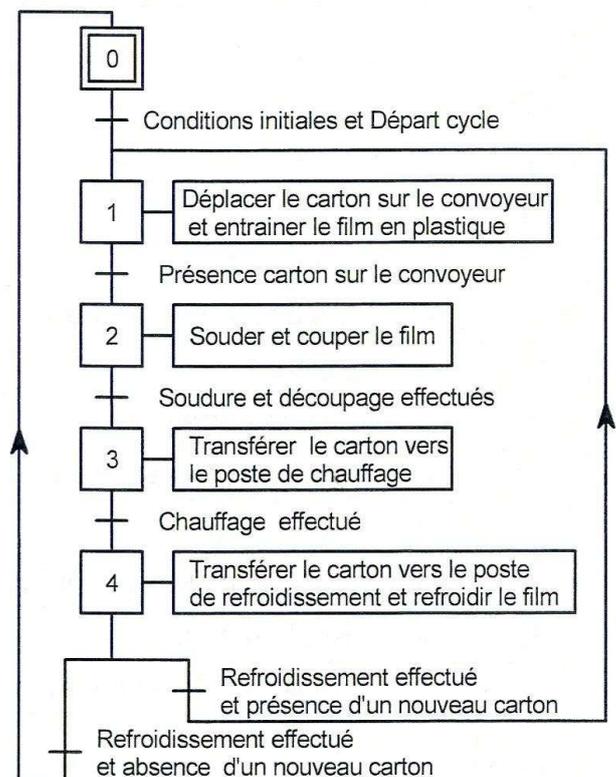
Le chargement du carton dans la fardeleuse se fait manuellement. La tige du vérin C1 (Fig.2) déplace le carton vers le poste de soudage et de découpage. Le carton est ensuite transféré par le convoyeur vers le poste de chauffage (tunnel de rétractation) puis vers le poste de refroidissement.

A la fin du fardelage, le carton est évacué manuellement par un opérateur.

2.1. GRAFCET de coordination

Ce grafcet décrit les différentes tâches de la fardeleuse. Dès la mise sous tension de la fardeleuse, le tunnel de rétractation est chauffé et le moteur Mt5 du convoyeur est en rotation en permanence.

Le chauffage ne fera pas l'objet du grafcet de coordination.



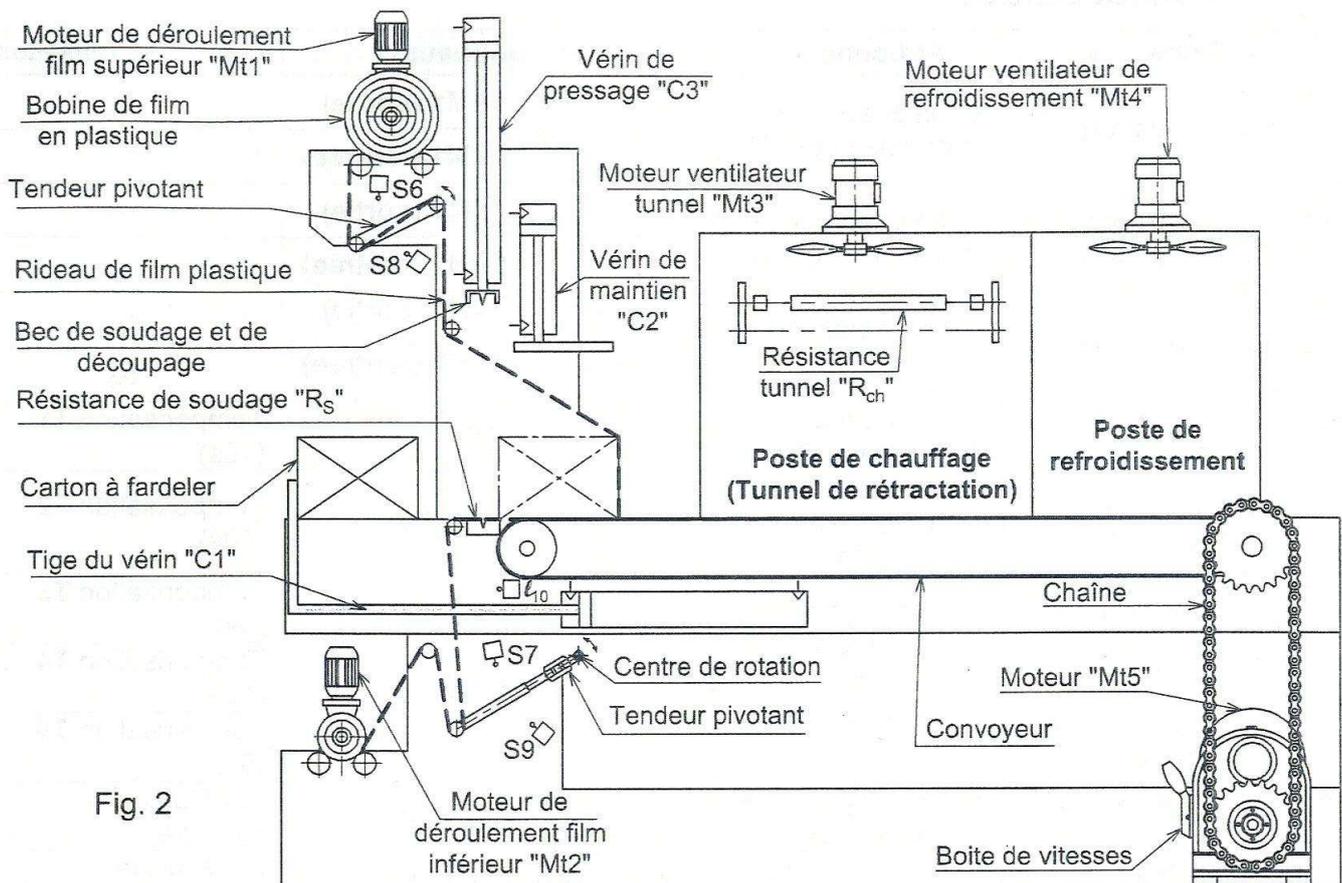


Fig. 2

2.2. Tache 1 : "Déplacer le carton sur le convoyeur et entrainer le film en plastique"

L'activation de l'étape 1 du GRAFCET de coordination, enclenche dans l'ordre les opérations suivantes :

- La rentrée de la tige du vérin C1 permet le transfert du carton sur le convoyeur et l'entraînement du film en plastique.
- L'action des capteurs S6 et S7 entraine la rotation des moteurs Mt1 et Mt2 et le vérin C1 continue sa course jusqu'à l'action du capteur l_{10} .
- Les moteurs Mt1 et Mt2 continuent à fonctionner jusqu'à l'action des capteurs S8 et S9 (la tige du vérin C1 reste en position rentrée).

2.3. Tache 2 : "Souder et couper le film".

L'activation de l'étape 2 du GRAFCET de coordination enclenche, dans l'ordre, les opérations suivantes :

- La sortie de la tige du vérin de maintien C2 pour bloquer l'ensemble carton-film.
- La sortie de la tige du vérin C1.
- La sortie de la tige du vérin de pressage C3 pour assurer le contact des deux couches du film en plastique.
- L'excitation du relais KA1 durant 10 secondes pour alimenter la résistance de soudage afin de souder et couper le film.
- La rentrée des tiges des vérins C2 et C3.

2.4. Tache 3 : "Transférer le carton vers le poste de chauffage".

L'activation de l'étape 3 du GRAFCET de coordination permet :

- Le transfert du carton vers le tunnel de rétraction par la rotation du convoyeur entraîné par le moteur Mt5 à travers l'embrayage-frein par excitation pendant 5 secondes de la bobine (B1) commandée par le relais KA3 ;
- L'attente pendant 10 secondes pour rétracter le film en plastique autour du carton.

2.5. Tâche 4 : "Transférer le carton vers le poste de refroidissement et refroidir le film".

L'activation de l'étape 4 du GRAFCET de coordination permet, dans l'ordre, les opérations suivantes :

- Le transfert du carton vers le poste de refroidissement par le convoyeur en excitant le relais KA3 durant 5 secondes.
- L'arrêt du convoyeur et le fonctionnement du ventilateur de refroidissement entraîné par le moteur Mt4 pendant 10 secondes.

3. CHOIX TECHNOLOGIQUE

Actions		Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs/informations	
Déplacer le carton		Vérin pneumatique à double effet C1	Distributeur M1	14M1 (sortie)	l_{11}
				12M1 (rentrée)	l_{10}
Maintenir l'ensemble carton- film en plastique		Vérin pneumatique à double effet C2	Distributeur M2	14M2 (sortie)	l_{21}
				12M2 (rentrée)	l_{20}
Presser le film en plastique		Vérin pneumatique à double effet C3	Distributeur M3	14M3 (sortie)	l_{31}
				12M3 (rentrée)	l_{30}
Souder et couper le film en plastique		Résistance de soudage Rs	Relais KA1	Temporisation T1 (10s)	
Refroidir le film en plastique		Moteur ventilateur refroidissement Mt4	Contacteur KM4	Temporisation T2 (10s)	
Transférer carton	Vers tunnel	Moteur asynchrone triphasé Mt5 + Bobine d'embrayage B1	Relais KA3	Temporisation T3 (5s)	
	Attente			Temporisation T4 (10s)	
	Vers poste de refroidissement			Temporisation T5 (5s)	
Dérouler le film de la bobine supérieure		Moteur asynchrone triphasé Mt1	Contacteur KM1	S ₆ : Marche S ₈ : Arrêt	
Dérouler le film de la bobine inférieure		Moteur asynchrone triphasé Mt2	Contacteur KM2	S ₇ : Marche S ₉ : Arrêt	

4. DESCRIPTION DU SYSTEME D'ENTRAINEMENT DU CONVOYEUR

La perspective ci-contre représente le mécanisme d'entraînement du convoyeur. Cet ensemble se compose principalement :

- d'un moteur électrique **Mt5** ;
- d'une chaîne de transmission de puissance composée :
 - d'un embrayage-frein ;
 - d'une boîte de vitesses ;
 - d'un limiteur de couple à billes qui assure la sécurité du système ;
 - d'un système pignons et chaîne ;
- d'un tambour sur le quel est enroulé le tapis du convoyeur non représenté sur le dessin d'ensemble.

La plastification de deux séries de cartons de dimensions différentes exige l'usage d'une boîte de vitesses à deux rapports (r_{20-53}) et (r_{24-47}).

Le mouvement de rotation de l'arbre (1) du moteur (**Mt5**), est transmis au convoyeur à travers l'embrayage-frein à disque commandé par la bobine **B1** (10), la boîte de vitesses, le limiteur de couple à billes (37, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 70) et le système pignons et chaîne.

La manœuvre du baladeur (50), par le levier (65), permet de sélectionner la vitesse désirée.

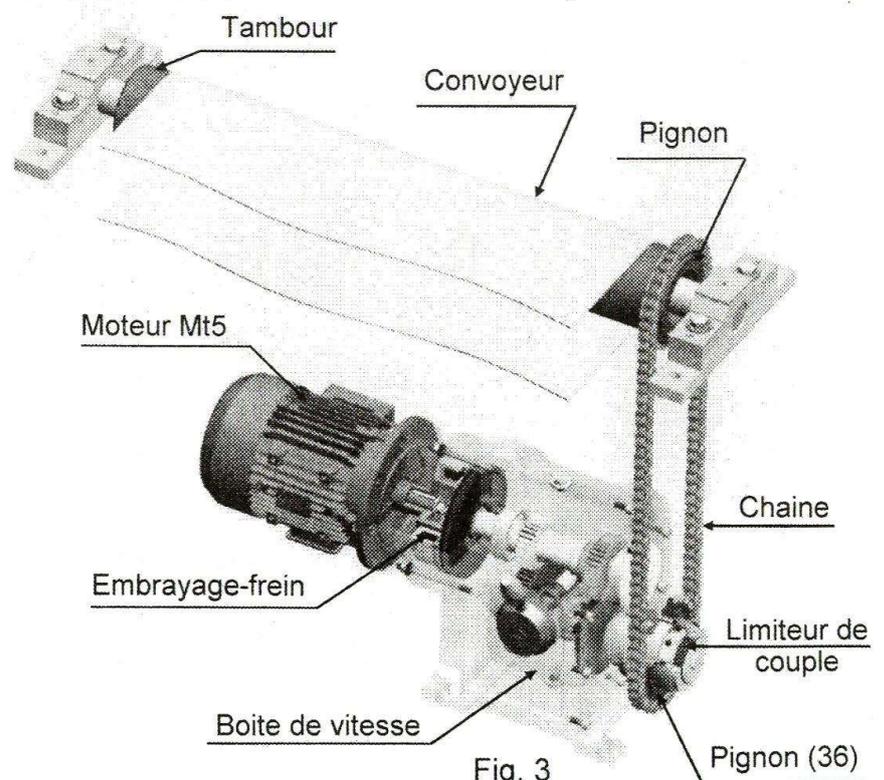


Fig. 3

5. NOMENCLATURE

REP.	NB.	DESIGNATION
1	1	Arbre moteur
2	4	Vis à tête hexagonale
3	1	Cloche
4	1	Clavette parallèle
5	1	Vis à tête cylindrique
6	1	Rondelle plate
7	3	Ecrou hexagonal
8	3	Rondelle grower
9	1	Support bobine
10	1	Bobine B1
11	1	Plateau
12	1	Disque
13	1	Boitier embrayage-frein
14	3	Goujon
15	1	Joint à lèvres
16	1	Anneau élastique pour arbre
17	2	Roulement BC
18	1	Corps
19	1	Bouchon de remplissage
20	1	Pignon arbré ; $Z_{20} = 28$ dents
21	1	Fourchette
22	1	Axe
23	1	Clavette parallèle
24	1	Pignon ; $Z_{24} = ?$
25	1	Joint plat
26	8	Vis à tête cylindrique
27	1	Boitier
28	1	Bague entretoise
29	8	Vis à tête hexagonale
30	1	Couvercle
31	1	Anneau élastique pour arbre
32	2	Roulement BC
33	2	Anneau élastique pour arbre
34	1	Couvercle
35	1	Joint à lèvres

REP.	NB.	DESIGNATION
36	1	Pignon pour chaine
37	1	Roulement BC
38	1	Moyeu porte pignon
39	1	Bague de pression
40	2	Rondelle élastique
41	1	Ecrou spécial
42	1	Moyeu
43	1	Anneau élastique pour arbre
44	1	Clavette parallèle
45	8	Bille
46	1	Bague entretoise
47	1	Roue dentée ; $Z_{47} = ?$
48	1	Coussinet
49	4	Rondelle
50	1	Baladeur
51	1	Bouchon de vidange
52	2	Joint plat
53	1	Roue dentée ; $Z_{53} = 56$ dents
54	1	Coussinet
55	1	Bague entretoise
56	1	Arbre de sortie
57	2	Garniture
58	1	Ressort
59	1	Ecrou spécial
60	1	Clavette
61	1	Moyeu cannelé
62	1	Rondelle Grower
63	1	Vis à tête cylindrique
64	1	Goupille cylindrique
65	1	Levier de commande
66	1	Barillet
67	1	Goupille cylindrique
68	1	Ressort
69	1	Bille
70	4	Vis à tête hexagonale

6. CARACTERISTIQUES DU MOTEUR Mt5

Le convoyeur à bande est entraîné par un moteur asynchrone triphasé Mt5 dont la plaque signalétique est donnée ci-contre (Fig.4)

La mesure à chaud de la résistance entre deux fils de phases a donné $R = 2,4\Omega$.

Ce moteur est alimenté par un réseau triphasé équilibré 230/400V, 50Hz.

		Type							
		KW	?	cosφ	0,80	Δ V	230	A	6,9
				η %	80,8	λ V	400	A	4
Tr/min	1425	isol ^t	classe	F	amb ^{ce}	°C	40		
Hz	50	Ph	3	S ^{ce}	S1				

Fig. 4

7. CONTROLE DE LA TEMPERATURE DU POSTE DE CHAUFFAGE

Pour avoir une température réglable entre 0°C et 120°C lors de l'opération de rétractation, on propose le montage électronique à base d'un microcontrôleur type PIC 16F876A (Fig.5) qui permet, à travers le relais **KA2** et le transistor **T**, la mise sous ou hors tension de la résistance chauffante (R_{ch}) en fonction de la température mesurée par le capteur de température (thermocouple).

La tension V_e image de la consigne est appliquée à l'entrée RA0. La tension V_{th} image de la température du tunnel est appliquée à l'entrée de l'étage A. La tension V_s sortie de l'étage A est appliquée à l'entrée RA1. Le transistor **T**, relié à la broche RA5, fonctionne en commutation (bloqué ou saturé) selon l'ordre qu'il reçoit du microcontrôleur.

La température du tunnel T_{tun} et celle de la consigne T_{con} sont affichées sur un afficheur LCD.

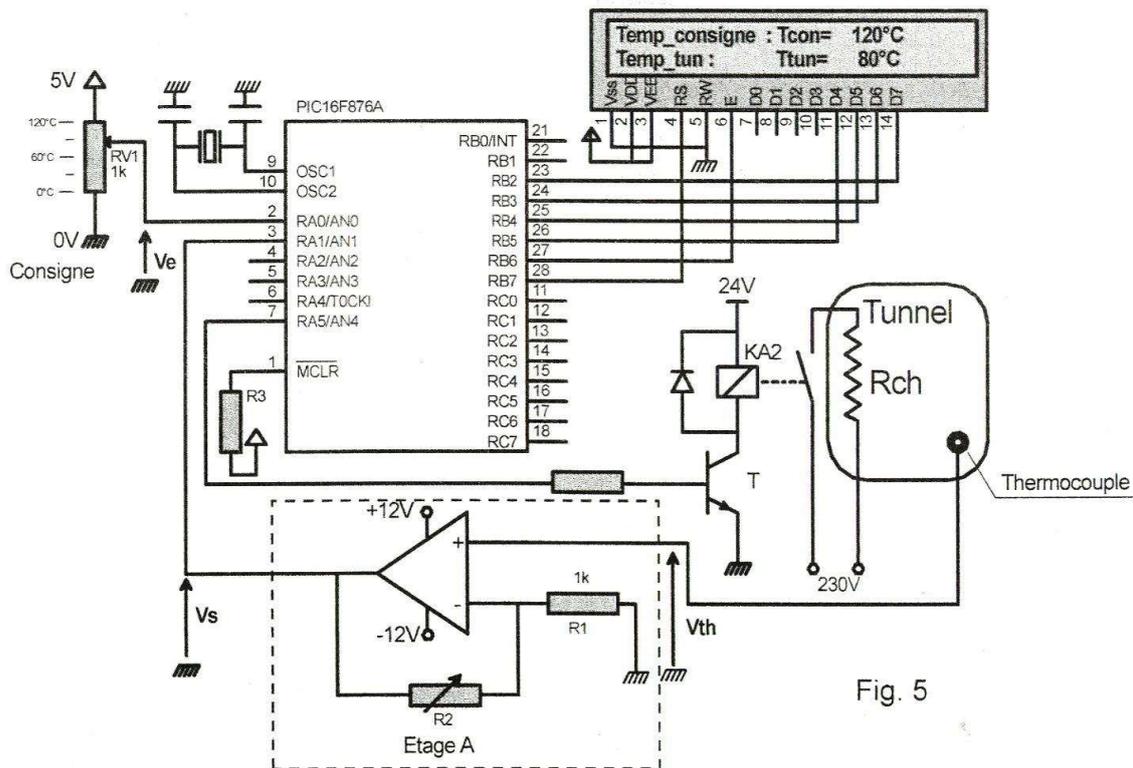


Fig. 5

La température de la consigne (T_{con}) est réglable entre 0 et 120°C pour une tension de consigne (V_e) variable de 0 à 5V. Les résultats de la conversion analogique/numérique (N_{Ve}) du convertisseur intégré dans le microcontrôleur 16F876A sont obtenus sur 10 bits, c'est-à-dire (N_{Ve}) varie entre 0 et 1023. Le potentiomètre de la consigne est supposé linéaire. Le contrôle de température du tunnel (T_{tun}) est effectué dans le but de la maintenir dans une marge de $\pm 5^\circ\text{C}$ de la température de consigne (T_{con}) :

- Mise sous tension de la résistance chauffante R_{ch} si $T_{tun} < T_{con} - 5^\circ\text{C}$
- Mise hors tension de la résistance chauffante R_{ch} si $T_{tun} \geq T_{con} + 5^\circ\text{C}$

8. CHOIX DU THERMOCOUPLE (CAPTEUR DE TEMPERATURE)

Il existe différents types de thermocouples dont les caractéristiques principales sont décrites dans le tableau suivant.

Type	Gamme de températures mesurées	Sensibilité pour 1°C
T	-60°C à 35°C	41µV
G	-40°C à 75°C	52µV
E	-20°C à 90°C	61µV
K	-10°C à 150°C	40µV

9. DOCUMENTS CONSTRUCTEURS

9.1. PIC 16F876A : Registre « ADCON1 »

ADFM	-	-	-	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
bit 7				bit 3	bit 2	bit 1	bit 0

Bit 7 : si ADFM=1 le résultat de la conversion est justifié à droite si non il est justifié à gauche sur les deux registres ADRESH et ADRESL.

Bit 6, bit 5 et bit 4 : Bits non utilisés.

Bit 3, bit 2, bit 1 et bit 0 : PCFG3, PCFG2, PCFG1 et PCFG0 : bits de contrôle de la configuration des ports en entrées : analogique ou numérique selon le tableau suivant :

A : entrée analogique ; **D** : entrée numérique $V_{DD} = V_{CC} = 5V$; $V_{SS} = GND = 0V$

Bits PCFG				PORTA					Tensions de référence	
PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	AN4/RA5	AN3/RA3	AN2/RA2	AN1/RA1	AN0/RA0	Vref+	Vref-
0	0	0	0	A	A	A	A	A	V_{DD}	V_{SS}
0	0	1	0	A	A	A	A	A	V_{DD}	V_{SS}
0	1	0	0	D	A	D	A	A	V_{DD}	V_{SS}
0	1	1	X	D	D	D	D	D	V_{DD}	V_{SS}
1	0	0	1	A	A	A	A	A	V_{DD}	V_{SS}
1	1	1	0	D	D	D	D	A	V_{DD}	V_{SS}

9.2. Compteur-décompteur BCD synchrone 74LS190

Un compteur décimal à base de circuit intégré 74LS190 est utilisé pour compter le nombre de cartons fardelés.

Les deux bobines du film en plastique permettent au maximum l'emballage de 84 cartons successivement. Une fois ce nombre est atteint, le système s'arrête et le compteur est remis à zéro.

Avant d'atteindre ce nombre (84), une alarme AL est activée afin d'avertir l'opérateur pour préparer de nouvelles bobines. La désactivation de l'alarme s'effectue lorsque le nombre de cartons fardelés atteint 84.

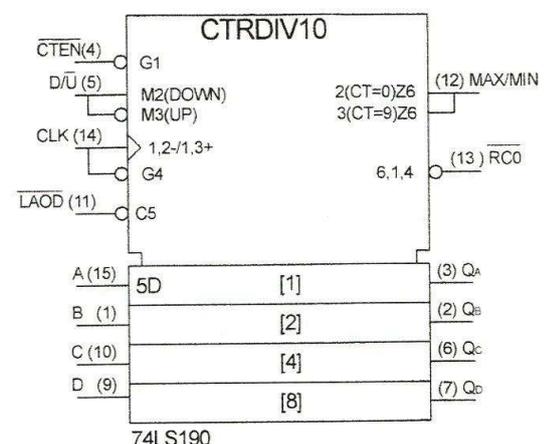
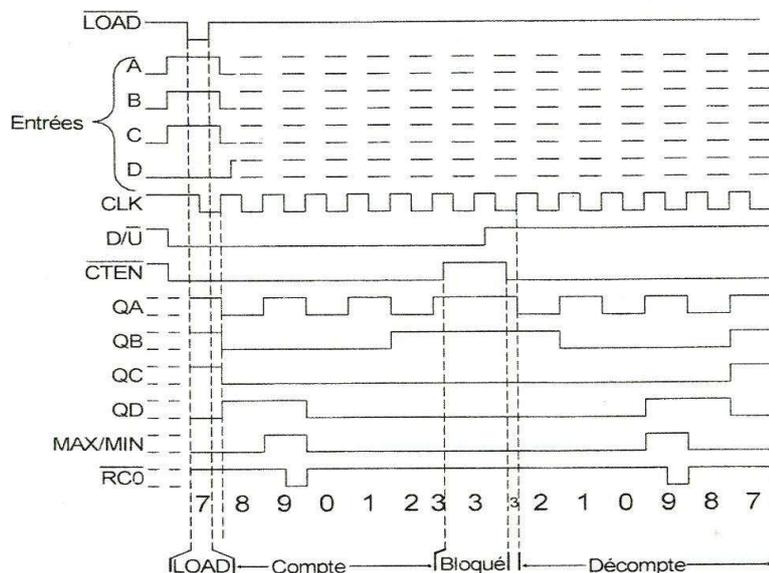


Fig. 6

Eclaté du limiteur de couple à billes

