II- ملف الأجوبة للموضوع الأول : نظام آلي لتخريم وقص الصفائح

1.5- دراسة الإنشاء:

أ- تحليل وظيفي و تكنولوجي :

1- أكمل مخطط الوظيفة الإجمالية A-0 للنظام الآلي :

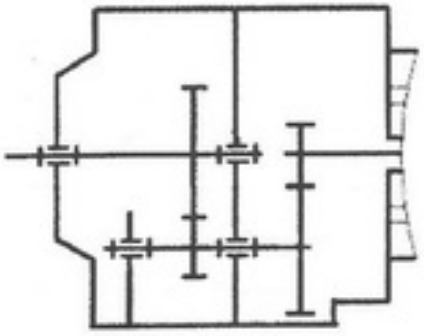
2- أكمل المخطط التجميعي للمخفض بوضع مختلف وظائف الخدمة ثم صياغتها داخل الجدول :

الوظيفة	صياغة الوظيفة
FP	نقل وتكييف الحركة (تخفيض ...)
FC1	ضمان تركيب المحرك
FC2	مقاومة العوامل الخارجية

3- أتمم جدول الوصلات الحركية :

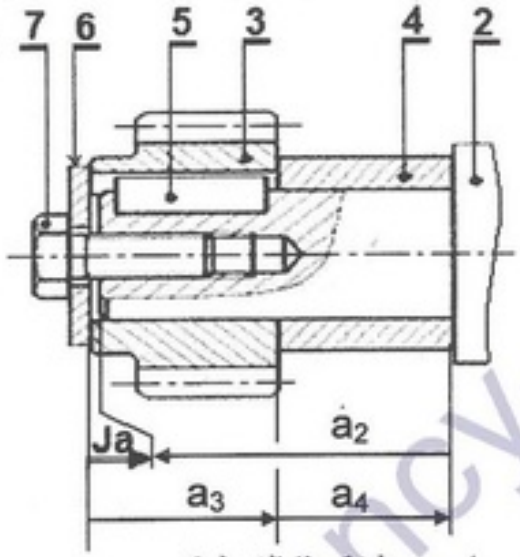
القطع	الوصلة	الرمز	الوسيلة
(2)/(3)	إندماجية		خابور + لجاف + برغي بحلقة
(8)/(20)	متمحورة	أو	مدحرجتين + حواجز
(20)/(23)	إندماجية		حلقة مرنة + لجاف + خابور
(9-8)/(10)	متمحورة	أو	وسادتين +حواجز

4- أتمم الرسم التخطيطي الحركي :



5- التحديد الوظيفي للأبعاد:

1.5- أنجز سلسلة الأبعاد الخاصة بالشرط "J_a" :



2.5 – ما هي وظيفة هذا الشرط ؟

ضمان التثبيت المحوري للترس (3) (إكمال الوصلة الاندماجية)

3.5 – حساب التوافقات : علما ان التوافق الموجود بين القطع (12) و (10) هو **Ø 30 H7f6**

- أحسب هذا التوافق، مستعينا بملف الموارد :

$J_{max} = D_{max} - d_{min} = 30{,}021 - 29{,}967 = +0{,}054 mm$

$J_{min} = D_{min} - d_{max} = 30 - 29{,}980 = +0{,}020 mm$

- ما نوع هذا التوافق: بخلوص
- هل يلائم هذا التركيب؟ يلائم
- برر إجابتك: **يحقق تركيب الوسادة على العمود بالخلوص**

www.ency-education.com

6- تم التوجيه الدوراني بين العمود (10) والمجموعة {الغطاء(9) ، الجسم (8)} بواسطة وسادتين (12 و 13)

• مستعينا بملف الموارد، حدد مادة صنع الوسادة (13)

CuSn9P

• إشرح تعيينها : سبيكة النحاس (برونز)

Cu:العنصر القاعدي نحاس، P: أثار من فوسفور

Sn9: 9% قصدير

• أذكر سلبيات التوجيه بوسادات : احتكاك انزلاقي يؤدي الى تآكل سريع وضياع في الإستطاعة.

• ما هو الحل الذي تقترحه لتحسين التوجيه :

إستعمال مدحرجات

7- دراسة المتسننات (3) و (23) :

المعطيات: $Z_3 = 20$ ، $d_{23} = 80mm$ ، $h_a = 2mm$

أحسب :

• المديول m: $m = h_a = 2mm$

• Z_{23}: $Z_{23} = d_{23}/m = 80/2 = 40$ dents

• d_3: $d_3 = m\ Z_3 = 2\times20 = 40mm$

• r_{3-23}: $r_{3-23} = d_3/d_{23} = 40/80 = 1/2$

• النسبة الإجمالية للمخفض علما ان: $r_{20-14} = 1/2$

$r = r_{3-23} \times r_{20-14} = (1/2)\times(1/2)$, $r = 1/4$

• استنتج سرعة الخروج N_{10} : $r = \frac{N_{14}}{N_3} = \frac{N_{10}}{N_m}$

$N_{10} = r \times Nm = (1/4)\times(1500)$

$N_{10} = 375$ tr/mn

8- دراسة مقاومة المواد :

نفرض أن العمود (20) عبارة عن عارضة أفقية تحت تأثير الإنحناء المستوي البسيط و خاضع للجهود التالية:

$R_A = 200$ N $F_1 = 800$ N

$R_C = 800$ N $F_2 = 200$ N

سلم القوى:	1 mm ⟶ 20 N
سلم العزوم:	1mm ⟶ 300N.mm

أحسب الجهود القاطعة و عزوم الانحناء ثم ارسم المخططات البيانية لها:

- حساب الجهود القاطعة :

$0 \le x \le 40$ mm : $T = R_A = +200N$

$40 \le x \le 70$mm : $T = R_A - F_1 = -600N$

$70 \le x \le 120$mm : $T = R_A - F_1 + R_c = +200N$

- حساب عزوم الانحناء :

$0 \le x \le 40$mm : $M_f = -R_A x$

$x = 0$: $M_f = 0$, $x = 40$: $M_f = -8000$N.mm

40mm $\le x \le 70$mm : $M_f = -R_A x + F_1(x-40)$

$x = 40$: $M_f = -8000$N.mm

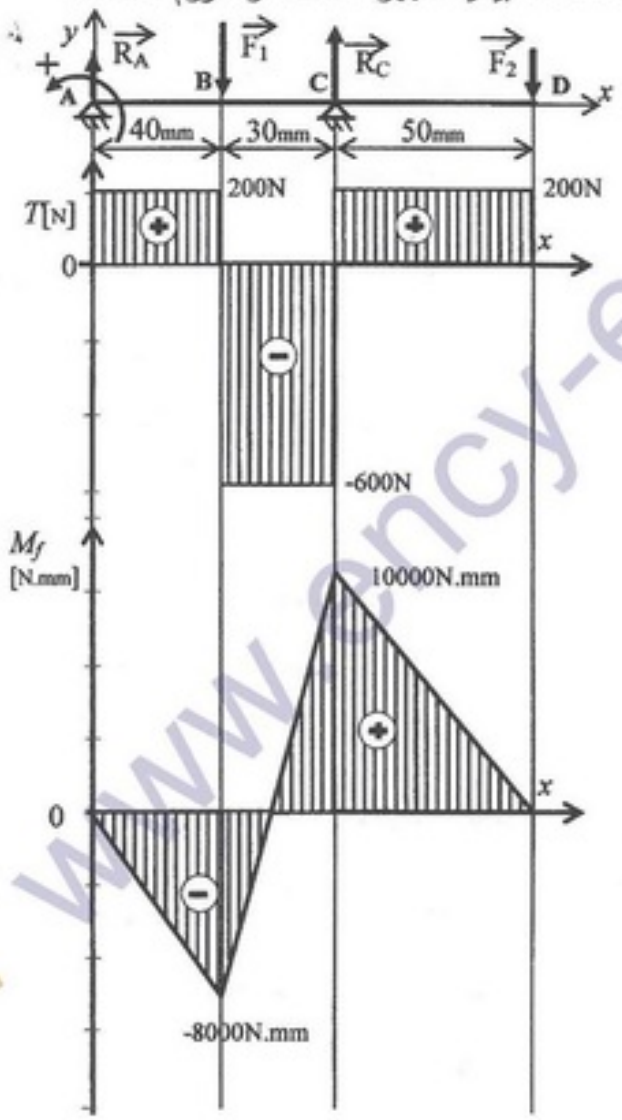
$x = 70$: $M_f = +10000$N.mm

70mm $\le x \le 120$mm :

$M_f = -R_A x + F_1(x-40) - R_C(x-70)$,

$x = 70$: $M_f = +10000$Nmm, $x = 120$: $M_f = 0$

المخططات البيانية للجهود القاطعة و عزوم الانحناء:



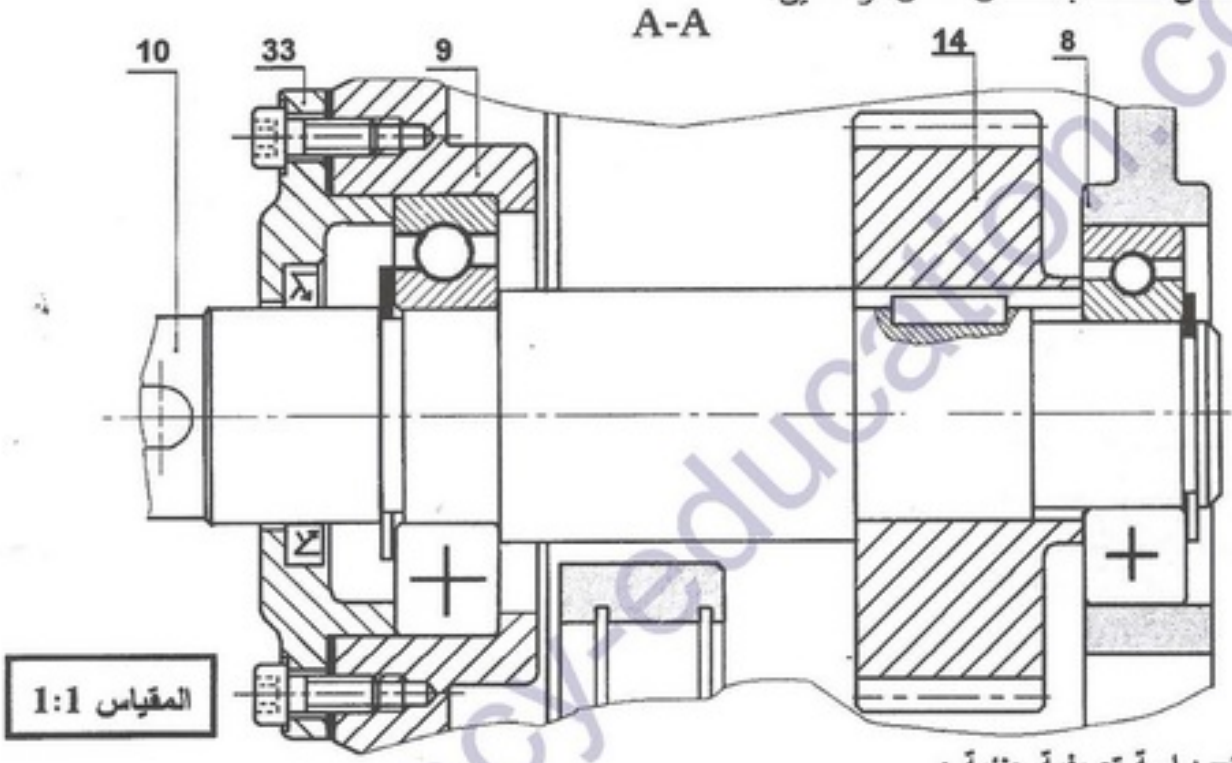
www.ency-education.com

ب- تحليل بنيوي :

1- دراسة تصميمية جزئية: لتحسين مردود المخفض و جعله أحسن وظيفيا، نقوم بإدخال تعديلات عليه.

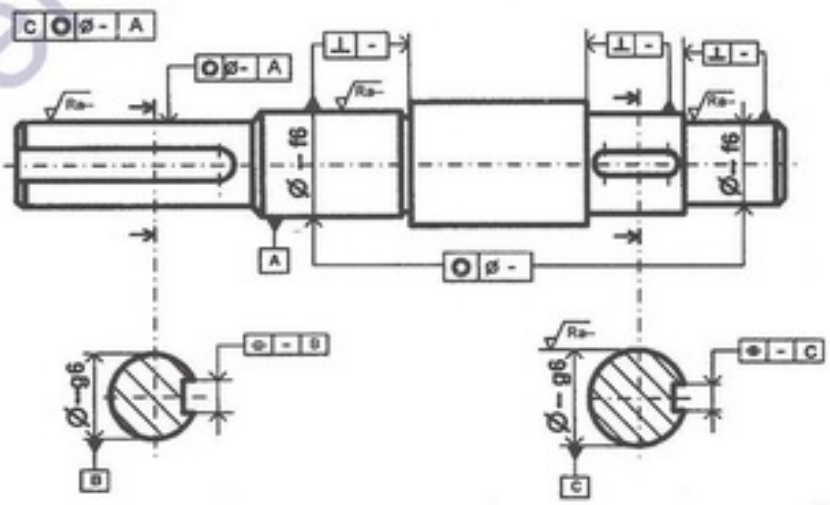
مستعينا بملف الموارد أنجز ما يلي:

- تحقيق الوصلة المتمحورة بين العمود (10) و المجموعة ((الجسم(8)، الغطاء(9)) بتغيير الوسادتين (12) و(13) بمدحرجتين ذات صف واحد من الكريات بتماس نصف قطري.
- تحقيق الوصلة الإندماجية بين العجلة (14) و العمود(10).
- ضمان الكتامة باستعمال فاصل ذو شفتين.



المقياس 1:1

2- دراسة تعريفية جزئية :



المقياس 1:2

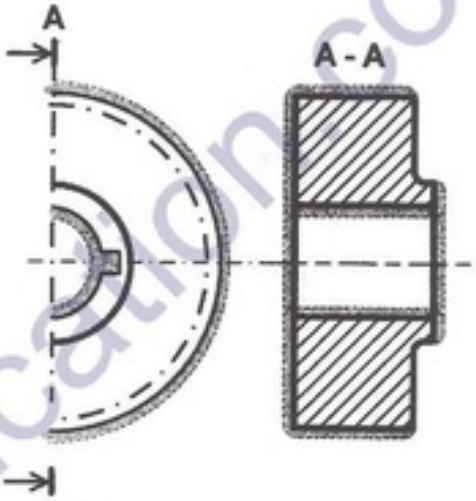
www.ency-education.com

2.5- دراسة التحضير:

أ- تكنولوجيا لوسائل و طرق الصنع:

- نريد دراسة وسائل و طرق صنع العجلة المسننة (14) المصنوعة من المادة C40 (أنظر الرسم التعريفي المقابل).
- ونيرة التصنيع : 1000 قطعة شهريا لمدة 3 سنوات.
- السمك الإضافي للتشغيل 2mm .

1- لشكل الأولي للخام؟



2- ما هي طريقة الحصول على هذا الخام ؟

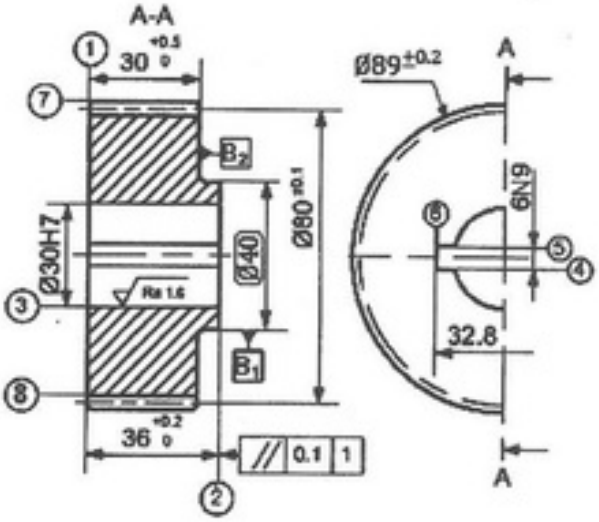
طريقة الحصول على الخام : الحدادة بالقالب

3- يتم تصنيع هذه القطعة وفق مراحل حسب التجميعات التالية :

{(1) - (3)} ، {(4) - (5) - (6)} ، {(2) - (7)} ، {(8)}

أتمم جدول السير المنطقي للصنع :

المرحلة	العمليات	منصب العمل
100	مراقبة الخام	منصب المراقبة
200	{(1) - (3)}	خراطة
300	{(2) - (7)}	خراطة
400	{(4) - (5) - (6)}	تخليق أو نقر
500	{(8)}	نحت المسننات
600	مراقبة نهائية	منصب المراقبة



الخشونة العامة: Ra=3.2

المديول : m=2

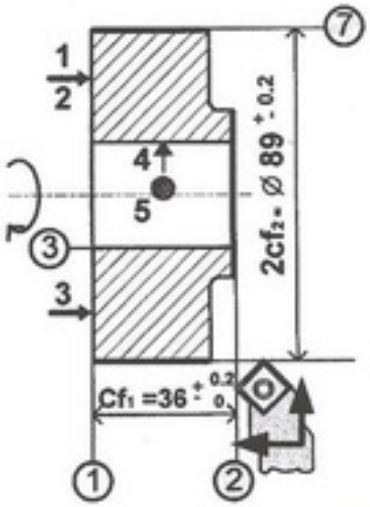
4-5	//	0.1	3
7	◎	Ø 0.2	3
3	⊥	0.1	1
8	◎	Ø 0.2	3
3	◎	Ø 0.2	B1

www.enoy-education.com

4- عقد المرحلة :

مستعينا بملف الموارد، أنجز عقد المرحلة الخاص بتصنيع السطوح { (2)، (7) }، علما أن الورشة مجهزة بآلات للعمل بسلسلة صغيرة و متوسطة.

عقد المرحلة	المجموعة : محرك مخفض	العنصر: عجلة مسننة (14)
	المادة : C40	السلسلة : صغيرة
رقم المرحلة : 300	المنصب : خراطة	الآلة :TSA أو TP



2	//	0.1	1
7	○	Ø0.2	3

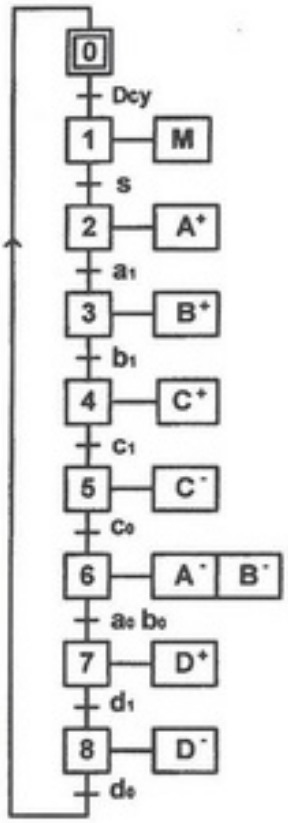
Ra 3.2

رقم	تعيين عمليات التصنيع	عناصر القطع				أدوات	
		V_c m/mn	N tr/mn	f mm/tr	V_f mm/mn	القطع	المراقبة
301	تسوية (2) انهاء $Cf_1 = 36^{+0.2}_{0}$ 2 // 0.1 1	40	من 318,47 إلى 424,63	0.1	من 31,85 إلى 42,46	أداة خرط منحنية أو أداة تسوية	قدم القياس أو CMD تركيب خاص لمراقبة التوازي
302	خرط طولي (7) انهاء $2cf_2 - Ø\,89^{+0.2}$ 7 ○ Ø0.2 3	40	143,13	0.1	14,31	أداة خرط منحنية أو أداة خرط طولي	قدم القياس أو CMD تركيب خاص لمراقبة التحور

www.ency-education.com

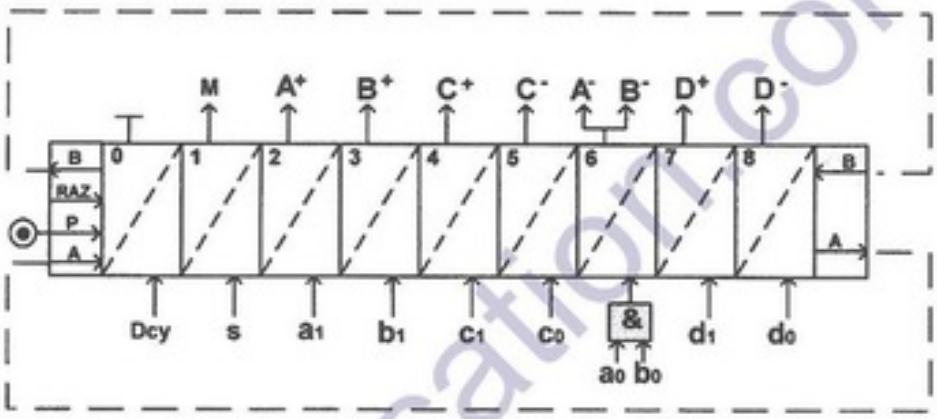
ب- آليات :

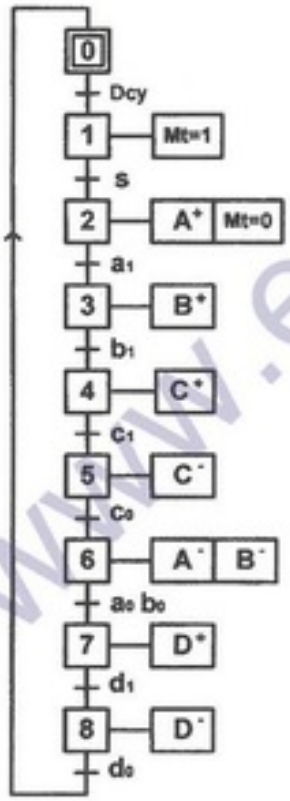
الحل الأول : أنجز حسب قواعد تمثيل الـ GRAFCET



1- المخطط الوظيفي للتحكم في المراحل و الانتقالات (GRAFCET) المستوى 2 للنظام الآلي لتخريم و قص الصفائح؟

2- تمثيل المعقب الهوائي لسير هذا النظام الآلي :

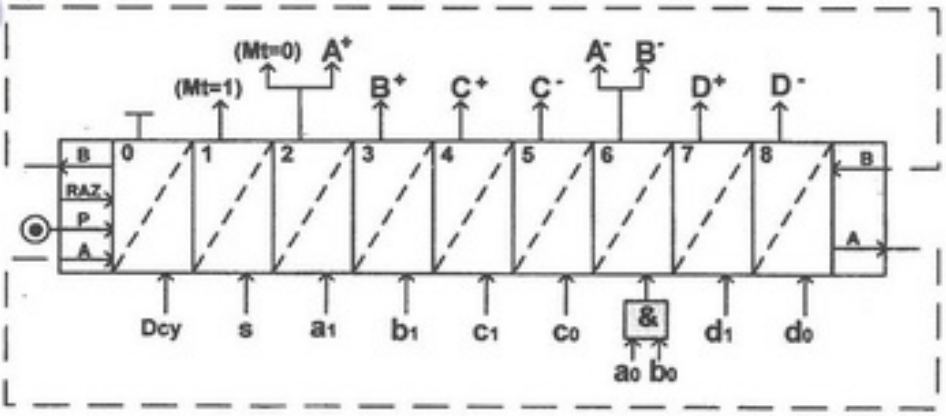




الحل الثاني : يقبل الحل التالي لأن المحرك Mt يعتبر متغير ثنائي

- المحرك في حالة اشتغال، حالته المنطقية =1 (Mt=1)
- المحرك في حالة توقف ، حالته المنطقية =0 (Mt=0)

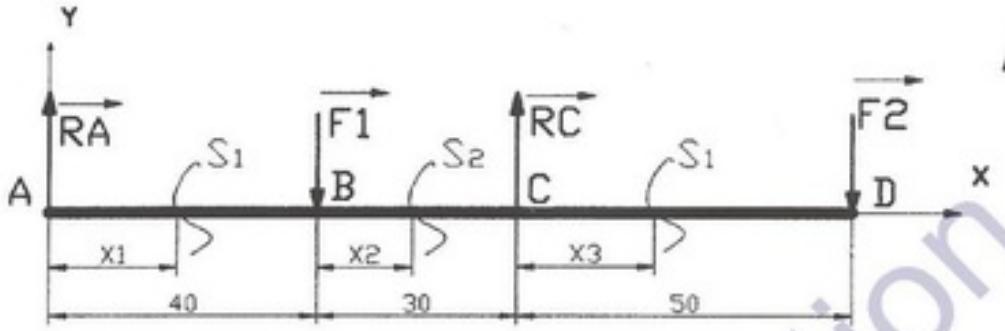
وهي الطريقة المعمول بها حاليا في الميدان.



www.ency-education.com

الموضوع الأول

الحل الثاني بالنسبة للسؤال 8 مقاومة المواد الخاص بحساب عزوم الإنحناء (Mf) الصفحة (24/7).



المرجع 0 في النقطة A

✓ $0 \leq x_1 \leq 40mm$

$M_f = - R_A\ x_1$

$X_1 = 0$: $M_f = 0$

$x_1 = 40$: $M_f = -8000N.mm$

ينقل المرجع 0 إلى النقطة B

✓ $0 \leq x_2 \leq 30mm$

$M_f = -R_A\ (40 + x_2) + F_1\ x_2$

$X_2 = 0$: $M_f = -8000N.mm$

$X_2 = 30$: $M_f = +10000N.mm$

ينقل المرجع 0 إلى النقطة C

✓ $0 \leq x_3 \leq 50mm$:

$M_f = -R_A\ (70 + x_3) + F_1\ (30 + x_3) - R_C\ x_3$

$X_3 = 0$: $M_f = +10000Nmm$

$x_3 = 50$: $M_f = 0$

ملاحظة هامة الخاصة بحساب الجهود القاطعة و عزوم الإنحناء : يقبل الحل الذي يحقق الشرط التالي	$\frac{dM_{fz}(x)}{d(x)} = -T_y(x)$

www.ency-education.com

عناصر الإجابة		العلامة	
الموضوع الثاني: نظام آلي لتشحيم المدحرجات		مجزأة	المجموع
1.4- دراسة الإنشاء			**13,5**
أ-التحليل الوظيفي			**8,6**
1. مخطط الوظيفة الإجمالية A-0	(0,1×8)	0,8	
2- المخطط الوظيفي FAST	(0,1×7)	0,7	
3- الرسم التخطيطي الحركي	(0,1×7)	0,7	
4 - التحديد الوظيفي للأبعاد 4-1:	(0,2)	0,9	
4-2:	(0,3)		
4-3:	(0,4)		
5- المتسننات:		1,6	
5-1 حساب سرعة الزاوية:	(0,15×2)		
5-2 حساب سرعة دوران الطبل	(0,15×2)		
5-3 حساب نسبة النقل الإجمالية	(0,15×2)		
5-4 حساب مميزات التسنن (جدول) : العلاقات الحسابات	(0,1×3) (0,1×4)		
6- 1 تمثيل القوى المؤثرة على السن	(0,2×2)	0,4	
6- 2 حساب المزدوجة المحركة	(0,25×2)	0,5	
6- 3 حساب القوة المماسية	(0,25×2)	0,5	
6- 4 حساب القوة النصف قطرية	(0,25×2)	0,5	
7- مقاومة المواد			
7-1 حساب الجهود القاطعة (T)	(0,25×2)	0,5	
7- 2 حساب عزوم الإنحناء (Mf):	(0,25×2)	0,5	
7-3 تمثيل المنحنيات (Mf ، T)	0,5 Mf + 0,5 T	1	

www.ency-education.com

عناصر الإجابة		العلامة	
الموضوع الثاني: نظام آلي لتشحيم المدحرجات		مجزأة	المجموع
ب -التحليل البنيوي			2,5
1- دراسة تصميمية جزئية			
الوصلة المتمحورة (5 حواجز × 0,3)		1,5	
الوصلة الاندماجية (2 حواجز × 0,25)		0,5	
الكتامة		0,5	
عناصر الإجابة		**العلامة**	
الموضوع الثاني: نظام آلي لتشحيم المدحرجات		**مجزأة**	**المجموع**
2 - الدراسة التعريفية الجزئية			2,4
إتمام الرسم التعريفي:	(1)	1	
الأقطار الوظيفية:	(0,1×4)	0,4	
السماحات الهندسية:	(0,1×5)	0,5	
الخشونة:	(0,1×5)	0,5	
4 – 2 دراسة التحضير			6,5
أ- تكنولوجيا وسائل الصنع			1,9
1- مبدأ الحصول على الكرية		0,6	
2- إتمام جدول العمليات:	(0,1×9)	0,9	
3- تعيين المواد	(0,1×4)	0,4	
ب-تكنولوجيا طرق الصنع			2,6
1-جدول التسلسل المنطقي	(0,1×6)	0,6	
2- رسم الصنع : السكونية: 0,45 + أبعاد الصنع: 0,35		0,8	
3-حساب سرعة الدوران (N)		0,4	
4- حساب سرعة التغذية (Vf)		0,4	
5- إسم الأداة الملائمة لمراقبة		0,4	
جـ- الآليات:			2
1 - مخطط Grafcet مستوى2 :	(0,1×15)	1,5	
2 - تركيب الدافعة A بالموزع 5/2 :	(0,5)	0,5	

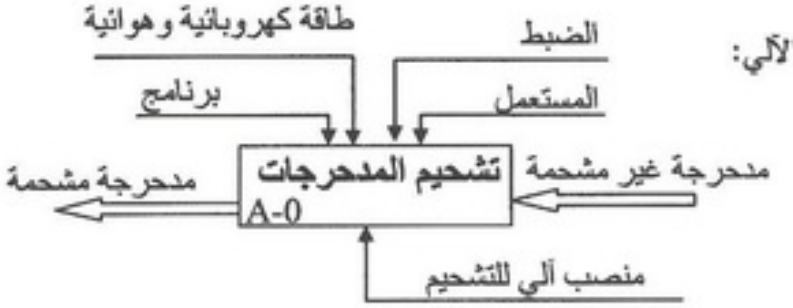
www.ency-education.com

ملف الأجوبة للموضوع الثاني

1.4 دراسة الإنشاء:

أ- التحليل الوظيفي:

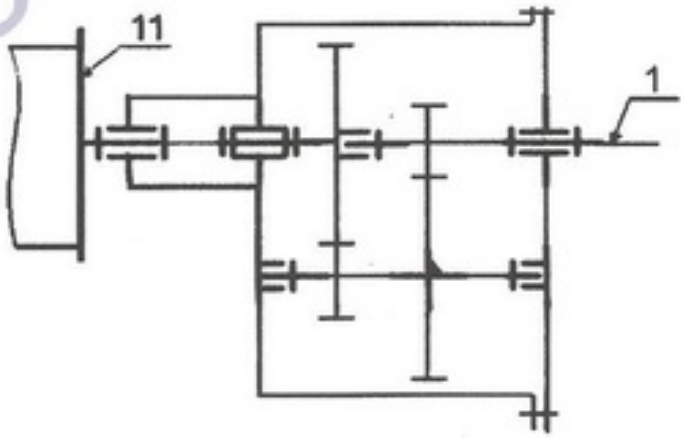
1- أتمم المخطط الوظيفي(A-0) للنظام الآلي:



2- دراسة الوظيفة الأساسية Ft1 (نقل الحركة مع تخفيضها):

- أتمم المخطط الوظيفي FAST :

3- أتمم الرسم التخطيطي الحركي:



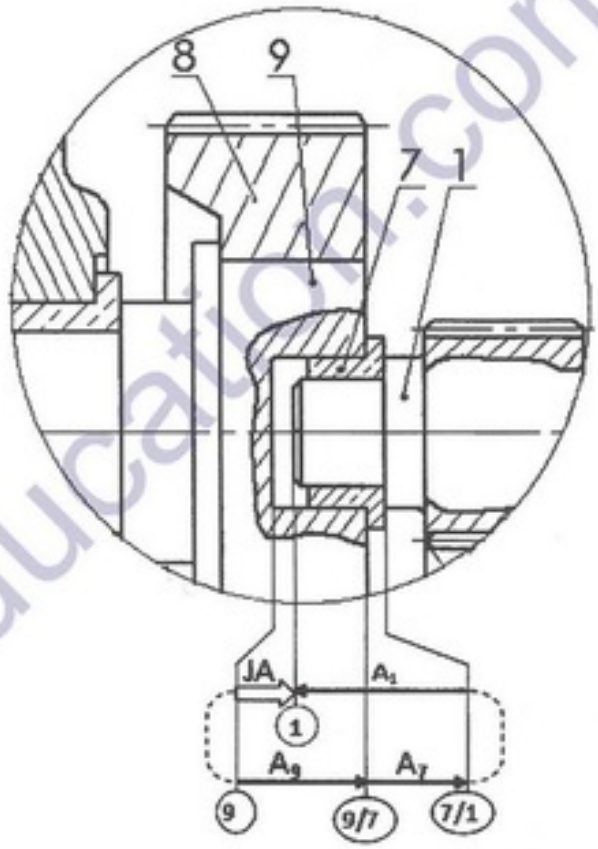
www.emsi-education.com

4- لضمان السير الحسن للجهاز، المصمم وضع الشرط الوظيفي JA :

4-1 ما هي وظيفة الشرط JA؟

تفادي الإحتكاك بين (1) و(9)

4-2 أنجز سلسلة أبعاد الشرط JA



4-3 أحسب البعد المجهول لتحقيق هذا الشرط.

$JA=3^{\pm 0.2}$ $A_7=3^{+0.1}_{0}$ $A_9=15^{\pm 0.1}$

$JA= A_9+A_7-A_1$

$JA_M= A_{9M}+ A_{7M}- A_{1m}$

$A_{1m}= A_{9M}+ A_{7M}- JA_M$

$=(15+0,1) +(3+0,1)-(3+0,2)=15+0$

$JA_m= A_{9m}+ A_{7m}- A_{1M}$

$A_{1M}= A_{9m}+ A_{7m}- JA_m$

$=(15-0,1)+(3)-(3-0,2)=15+0,1$

$A_1= 15^{+0,1}_{0}$

5- دراسة المسننات:

تتم عملية تغذية منصب التشحيم بالمدحرجات بسرعة $V=1,57m/s$ بواسطة البساط المتحرك.

علما أن قطر الطبل $d_{11}=160mm$:

5-1 أحسب السرعة الزاوية (ω_{11}) للطبل:

$\omega_{11}=2 \times V/d_{11}=2\times(1,57\times1000)/160$ rd/s

$\omega_{11}=19,62$ rd/s

5-2 أحسب سرعة دوران الطبل (N_{11}):

نأخذ ($\pi=3,14$)

$\omega_{11}=(2\pi \times N_{11})/60 = \pi \times N_{11}/30$

$N_{11}=(30\times\omega_{11})/\pi=30\times19,62/\pi$

$N_{11}=187,45$ tr/mn

5-3 أحسب نسبة النقل الإجمالية (r_g):

$r_g=N_{11}/N_1= 187,45/1500=0,125$

5-4 أحسب مميزات التسنن {20-1} وفقا للجدول الآتي:

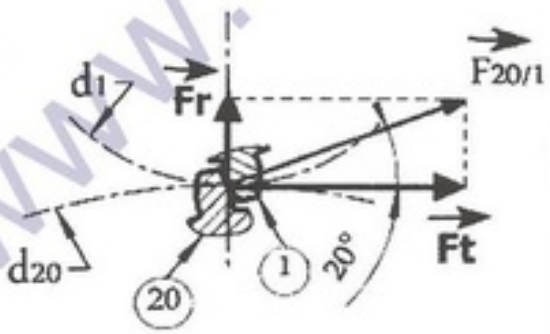
a	d	Z	m	
66	33	22	1,5	(1)
	99	66		(20)

العلاقات: $r_g= (Z_1/Z_{20}) \times (Z_{18}/Z_8)$

$D = m\times z$ $a = (d_1+d_{20})/2$

6-دراسة الجهود المؤثرة على العمود المسنن(1):

6-1 مثل القوى المؤثرة على السن (1):



www.ency-education.com

2-6 أحسب المزدوجة المحركة (C_m):

$P=C_m \times \omega_m$; $C_m=P/\omega_m$ $\omega_m=\pi \times N_m/30$

$C_m=(30 \times P)/(\pi \times N_m)=(30 \times 1500)/\pi \times 1500$

$C_m=9,55$ Nm=9550 Nmm

3-6 أحسب القوة المماسية (Ft) حيث d_1=33:

$C_m = F_t \times d_1/2$; $F_t=2 \times C_m/d_1=2 \times 9550/33$N

$F_t=578,78$ N

4-6 أحسب القوة النصف قطرية (Fr) علما أن زاوية الضغط $\alpha=20°$.

$tg\alpha = F_r / F_t$; $F_r = F_t \times tg\alpha$

$F_r = 578,78 \times tg20° = 210,66$ N

7- مقاومة المواد:

نفرض أن العمود المسنن (1) عبارة عن عارضة أفقية ذات مقطع دائري مملوء، خاضعة للجهود التالية:

Fr = 210,75N A =126,45N

B = 84,3N

سلم القوى: $1mm \rightarrow 10N$

سلم العزوم: $1mm \rightarrow 100Nmm$

1-7 أحسب الجهود القاطعة (T):

$0 \leq x \leq 24mm$:

T= A = 126,45N.

$24mm \leq x \leq 60mm$:

T= A – Fr = 126,45N - 210,75N

T= - 84,3N

2-7 أحسب عزوم الإنحناء (M_f):

$0 \leq X \leq 24mm$:

$M_f = - A . X$

$M_f = -126,45 . X$; X=0 : M_f=0

X = 24mm : M_f = - 126,45 x 24mm

M_f = - 3034,8 Nmm

$24mm \leq X \leq 60mm$:

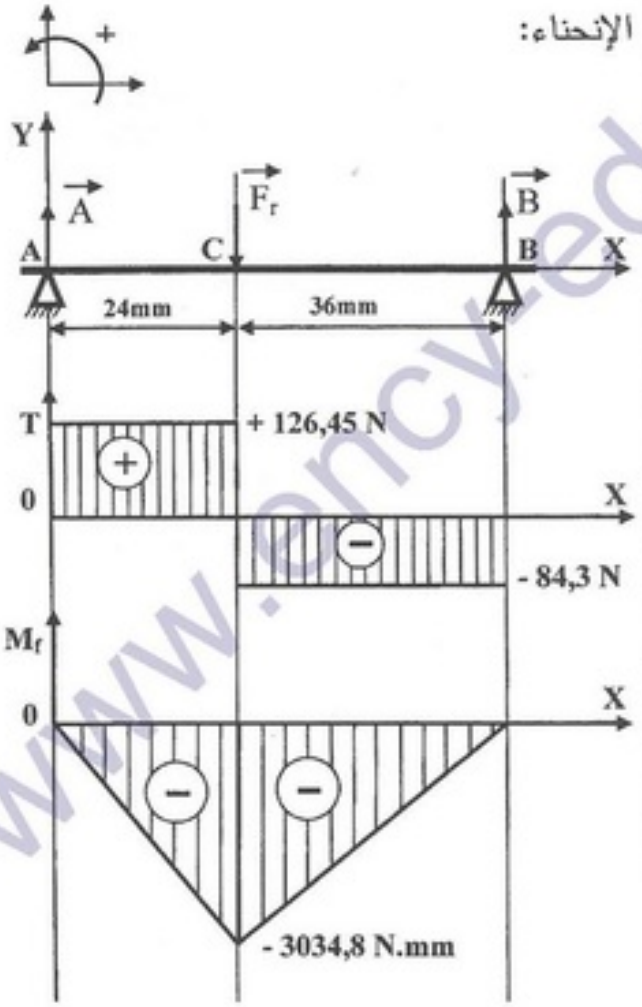
M_f =- A . X+ Fr . (X-24mm)

M_f = - 126,45 . X + 210,75 . (X-24mm)

X = 24mm : M_f = - 3034,8 Nmm

X = 60mm : M_f = 0

3-7 مثل منحنيات الجهود القاطعة وعزوم الإنحناء:

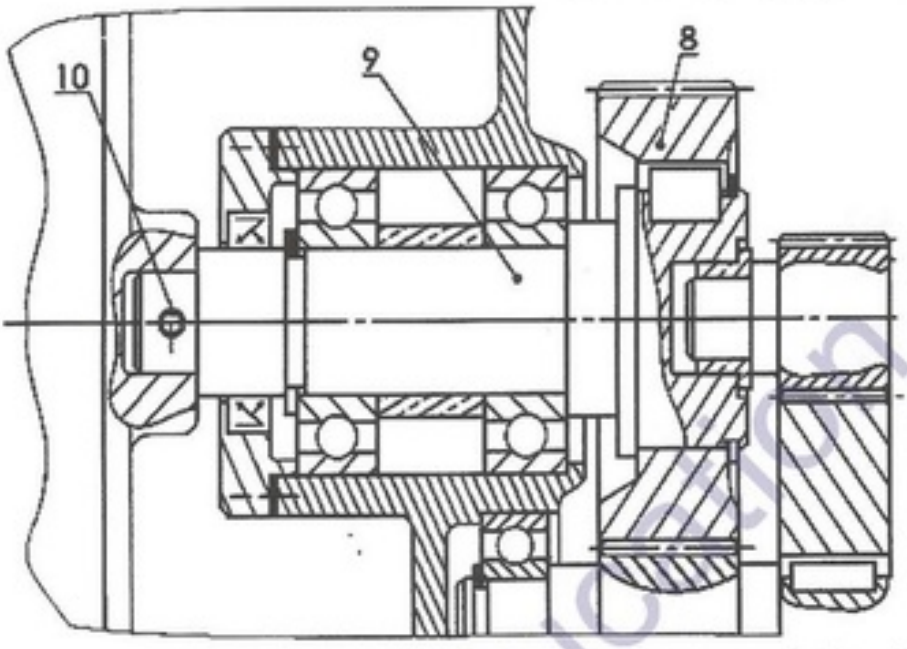


www.pncy-education.com

ب – تحليل بنيوي:

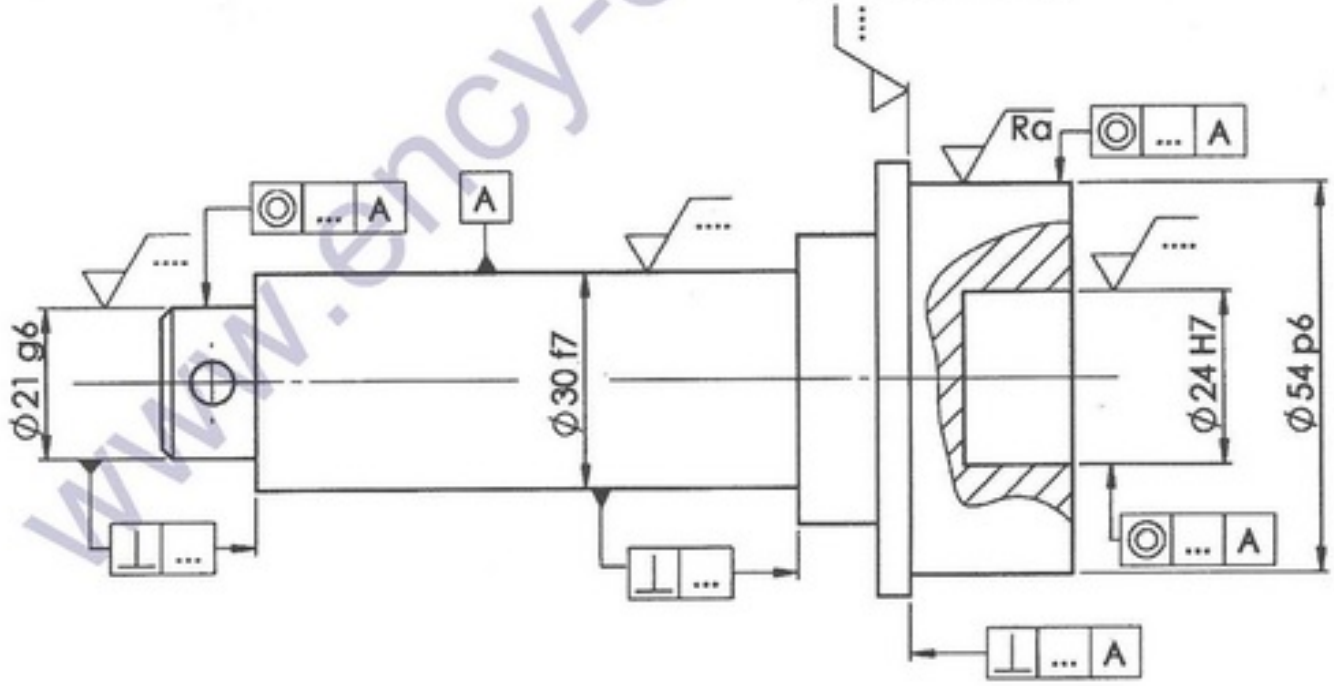
1 –دراسة تصميمة جزئية: لتحسين سير الجهاز والاشتغال في ظروف جيدة وآمنة، نقترح التعديلات التالية:

- توجيه العمود (9) في الدوران بواسطة مدحرجات ذات صف واحد من الكريات بتماس نصف قطري.
- تحقيق وصلة إندماجية قابلة للفك بين العمود (9) والعجلة المسننة (8).
- ضمان كتامة الجهاز بفاصل كتامة طراز **AS**.



2 –دراسة تصميمة جزئية: أتمم الرسم التعريفي للعمود (9) بسلم **1:1** مع تسجيل :

- الأقطار الوظيفية والسماحات الهندسية (**بدون قيم**).
- الخشونة للأسطح الوظيفية (**بدون قيم**).



www.ency-education.com

4-2 دراسة التحضير:

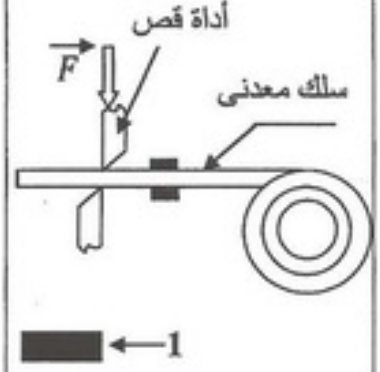
أ- تكنولوجيا وسائل الصنع:

نريد دراسة أسلوب الحصول على القطع المكونة للمدحرجات:

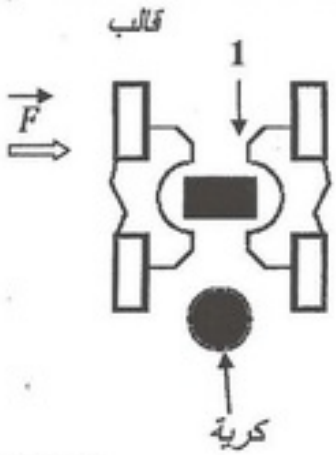
1- يتم انجاز الكرية انطلاقا من الخام (سلك معدني).

مستعينا بالشكلين المقابلين (1) و(2) اشرح باختصار مبدأ الحصول على الكرية:

- قص السلك المعدني إلى قطع صغيرة(1)
- توضع القطعة (1) بين قالبي التشكيل وتضغط حتى تملأ الفجوتين وتتشكل الكرة.
- فتح القالبين وإستخراج الكرة
- نزع الأشكال الزائدة

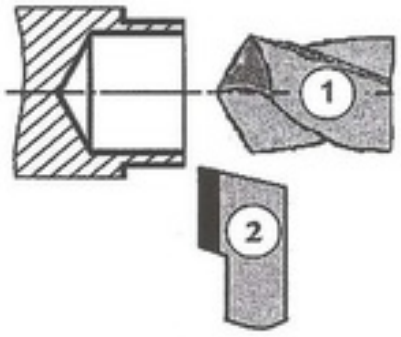


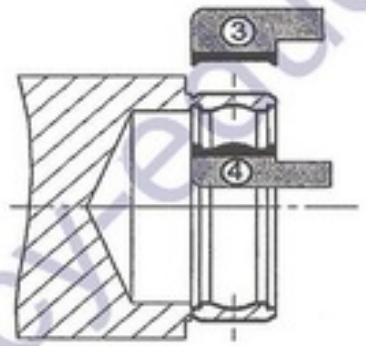
الشكل 1

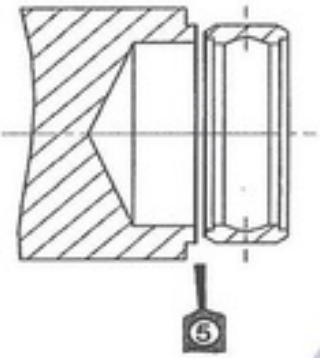


الشكل 2

2- يتم انجاز الجلبة الخارجية عن طريق تشغيل قضيب اسطواني وفق المراحل المبينة أسفله:







اتمم الجدول الاتي

الرقم	إسم الأداة	العملية	الآلة
1	مثقب	تثقيب	آلة الخراطة
2	أداة الخرط الطولي	خرط طولي بإسناد (كتف)	آلة الخراطة
3	أداة تشكيل	تشكيل خارجي	آلة خراطة
4	أداة تشكيل	تشكيل داخلي	آلة خراطة
5	أداة القطع	تقطيع	آلة الخراطة

3- الجلبة مصنوعة من مادة 100cr6 اشرح هذا التعيين:

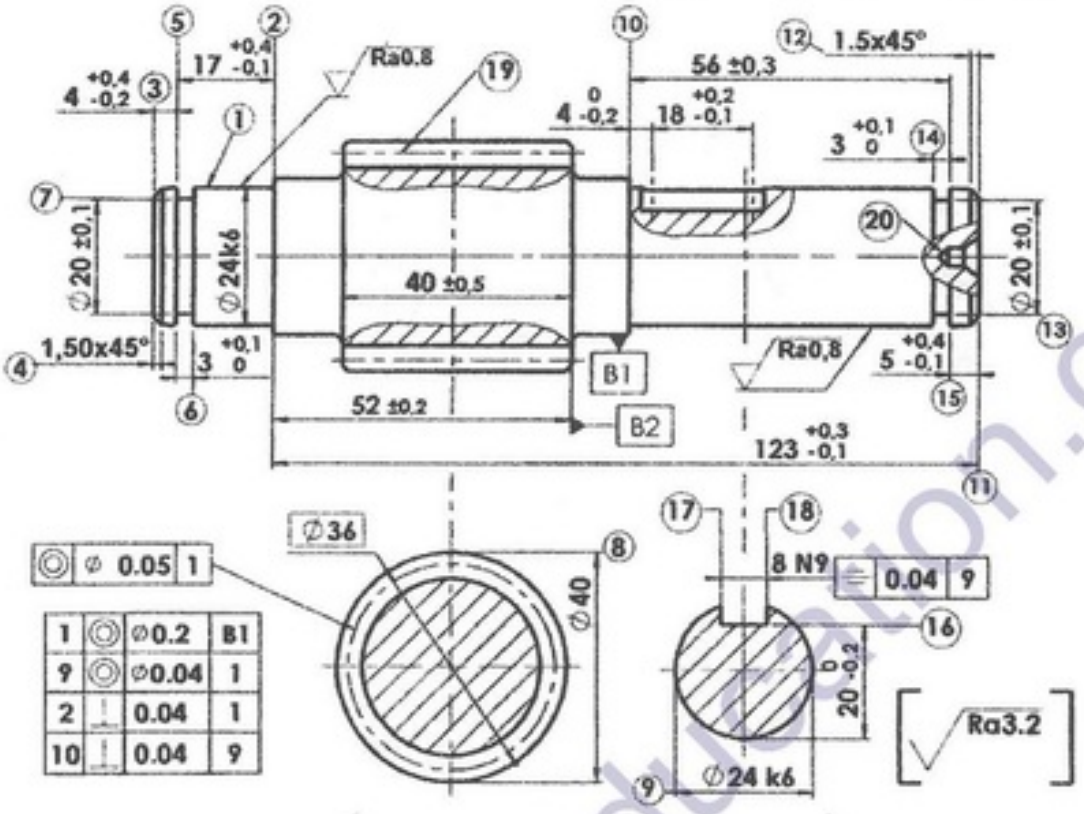
حديد صلب ضعيف المزج ـــ يحتوي على 1% من الكربون

Cr:العنصر الإضافي الأول وهو الكروم بنسبة 6/4% = 1.5%

www.emofeducation.com

ب- تكنولوجيا طرق الصنع:

نقترح دراسة صنع العمود المسنن (18) المصنوع من المادة **35NiCrMo16** بسلسلة متوسطة.



ـ خصائص التسنن:

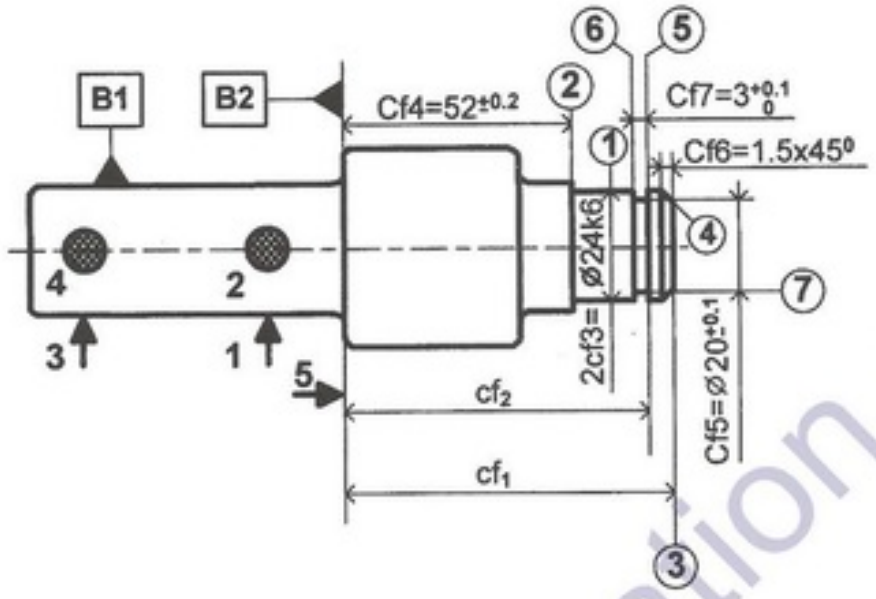
رتبة الدقة: 6	ISO 1328
عدد الأسنان: Z=18	زاوية الضغط: α=20°
المديول: m=2	خشونة جانب السن: Ra=3.2

1- أكمل جدول التسلسل المنطقي لمراحل الصنع التالي: (الصنع بسلسلة متوسطة)

المرحلة	العمليات	المنصب
100	مراقبة الخام	منصب المراقبة
200	{(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)}	خراطة
300	{(11) (المركزة)}	خراطة
400	{(8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15)}	خراطة
500	{(التسنن 19)}	نحت المسننات
600	{(16) (17) (18)}	تفريز
700	مراقبة نهائية	منصب المراقبة

www.ency-education.com

2- أتمم رسم الصنع الخاص بالمرحلة {200} موضحا الوضعية السكونية وأبعاد الصنع (بدون قيم بالنسبة للأبعاد المجهولة):



3-احسب السرعة الدورانية N لإنجاز التمريرة النهائية للسطح (1) علما أن:

$f = 0,1mm/tr$; $V_c = 100m/mn$

$N = (1000 \times V_c) / (\pi \times D) = (1000 \times 100) / (\pi \times 24)$

$N = 1326,3tr / mn$

4- احسب سرعة التغذية V_f

$V_f = f \cdot N = 1326,3 \times 0,1mm/mn = 132,63\ mm/mn$

5- ما هي الأداة الملائمة لمراقبة قطر الأسطوانة (1)؟

CMD Ø24k6 (أو الميكروميتر)

ج- الآليات:

النظام الآلي الممثل في الصفحة (24/13) يشتغل وفق دفتر الشروط الوظيفي التالي:

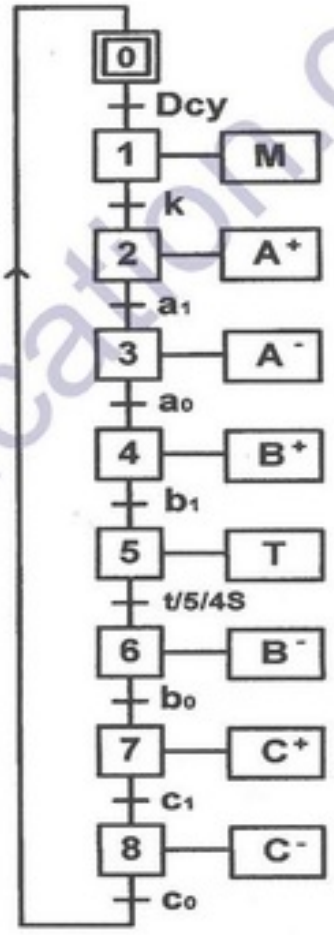
- انطلاق الدورة بالضغط على الزر **Dcy** حيث يدور المحرك (**Mt=1**) لإيصال المدحرجة أمام الدافعة **A** .
- الضغط على ملتقط الكشف **k** يؤدي إلى توقف المحرك (**Mt=0**) وخروج ساق الدافعة **A** لدفع المدحرجة نحو منصة التشحيم.
- عند الضغط على الملتقط a_1 تعود ساق الدافعة **A**.
- الضغط على الملتقط a_0 يؤدي إلى صعود المدحرجة إلى المشحم بخروج ساق الدافعة **B** .
- عند الضغط على b_1 تبدأ عملية التشحيم التي تدوم 4 ثواني ثم تعود ساق الدافعة **B** .
- الضغط على الملتقط b_0 يؤدي إلى خروج ساق الدافعة **C** لإخلاء المدحرجة المشحمة نحو بساط الإخلاء.
- الضغط على الملتقط c_1 يؤدي إلى رجوع ساق الدافعة **C**. تنتهي الدورة عند الضغط على الملتقط c_0.

www.ency-education.com

العمل المطلوب:

1- أتمم مخطط **Grafcet مستوى 2** التالي الخاص بالنظام المدروس.

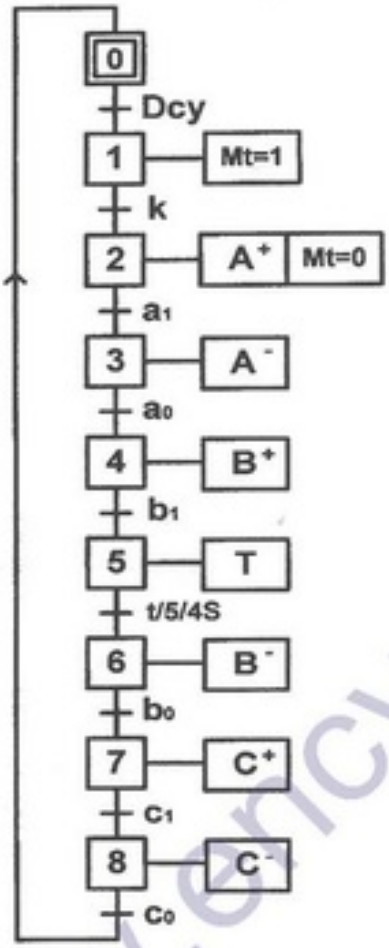
الحل الأول : أنجز حسب قواعد تمثيل الـ GRAFCET



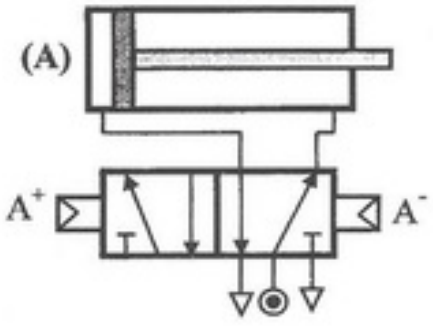
الحل الثاني : يقبل الحل التالي لأن المحرك Mt يعتبر متغير ثنائي

- المحرك في حالة اشتغال، حالته المنطقية =1 (Mt=1)
- المحرك في حالة توقف ، حالته المنطقية =0 (Mt=0)

وهي الطريقة المعمول بها حاليا في الميدان.



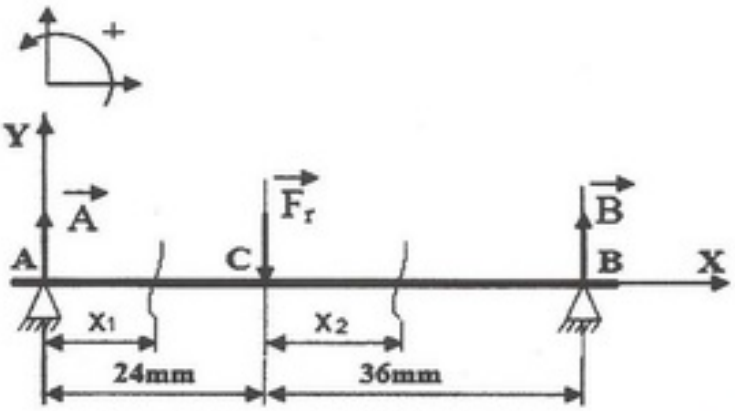
2- اتمم ربط الدافعة A بالموزع **5/2** ثنائي الإستقرار وبتحكم هوائي.



www.ency-education.com

الموضوع الثاني

الحل الثاني بالنسبة للسؤال 7-2 مقاومة المواد الخاص بحساب عزوم الإنحناء (Mf) الصفحة(24/20).



✓ $0 \le x_1 \le 24mm$ **A المرجع 0 في النقطة**

$M_f = - R_A\ x_1$

$X_1 = 0 :$ $M_f = 0$

$x_1 = 24 :$ $M_f = -3034.8$ N.mm

✓ $0 \le x_2 \le 36mm$ **C ينقل المرجع 0 إلى النقطة**

$M_f = -R_A\ (24 + x_2)\ + F_1\ x_2$

$X_2 = 0 :$ $M_f = -3034.8$ N.mm

$X_2 = 36 :$ $M_f = 0$ N.mm

$\frac{dM_{f_z}(x)}{d(x)} = -T_y(x)$	**ملاحظة هامة الخاصة بحساب الجهود القاطعة و عزوم الإنحناء :** يقبل الحل الذي يحقق الشرط التالي

الحل الثاني بالنسبة للسؤال 5-3 و 5-4 الخاص بدراسة المسننات الصفحة (19 / 24).

من الشكل الرسم التجميعي (الصفحة 15/ 24) نستنتج أن التباعد المحوري للمتسننين (20/1) و (8/18):

$$a_{1\text{-}20} = a_{18\text{-}8}$$

$a_{1\text{-}20} = a_{18\text{-}8} = m(Z_{18}+Z_8) / 2 =$ **66 mm**

$a_{1\text{-}20} = m(Z_1+Z_{20})/2 =$ **66 mm** $\quad Z_1 =$ **22 dents**

$d_1 = m \times Z_1 = 1,5 \cdot 22 =$ **33 mm**

$d_{20} = m \times Z_{20} = 1,5 \cdot 66 =$ **99 mm**

$r_g = r_{1\text{-}20} \cdot r_{18\text{-}8} = (Z_1 / Z_{20}) \cdot (Z_{18} / Z_8) = (22/66) \cdot (18/48) =$ **0,125**

$r_g = N_{11}/N_1$ $\quad N_{11} = 0,125 \cdot 1500 =$ **187,45 tr/mn**

www.ency-education.com