



الأسئلة:

أسئلة نظرية: (10 نقاط)؛ حيث المتغير P هو s (لابلاسيان).

1. ضع في اعتبارك المعادلة التفاضلية التالية بين الإشارة المدخلات $e(t)$ والمخرج $s(t)$:

$$7 \times \frac{d^2 s(t)}{dt^2} - 4 \times \frac{ds(t)}{dt} + s(t) = e(t)$$

مع خطوة السعة 2.

عندما تكون الشروط الأولية صفراً، نحصل على

① $S(p) = \frac{2p}{7p^2 - 4p + 1}$

② $S(p) = \frac{2}{7p^2 - 4p + 1}$

③ $S(p) = \frac{2}{7p^3 - 4p^2 + p}$ ✓

2. ضع في اعتبارك دالة التحويل $F(p)$ في مجال لابلاس:

$$F(p) = \frac{4}{p^2} \times e^{-3p}$$

الدالة الاصلية $f(t)$ في المجال الزمني

① $f(t) = 4 \times (t - 4) \times u(t - 3)$

② $f(t) = 4 \times (t - 3) \times u(t - 3)$ ✓

③ $f(t) = 3 \times (t - 4) \times u(t - 3)$

④ $f(t) = 4 \times (t + 3) \times u(t + 3)$

$$G(p) = \frac{2}{p+5}$$

وقت الاستجابة عند 5% هو:

1 $tr_{5\%} = 0,6 \text{ s}$ ✓

2 $tr_{5\%} = 3 \text{ s}$

3 $tr_{5\%} = 15 \text{ s}$

4. ضع في اعتبارك دالة التحويل التالية $H(p)$:

$$H(p) = \frac{3p+4}{p^2+5p+8}$$

مكسب الساتاتيكي هو

1 $K_{stat} = 2$

2 $K_{stat} = 4$

3 $K_{stat} = 0,5$ ✓

5. نريد كتابة الصيغة الأساسية دالة التحويل التالية

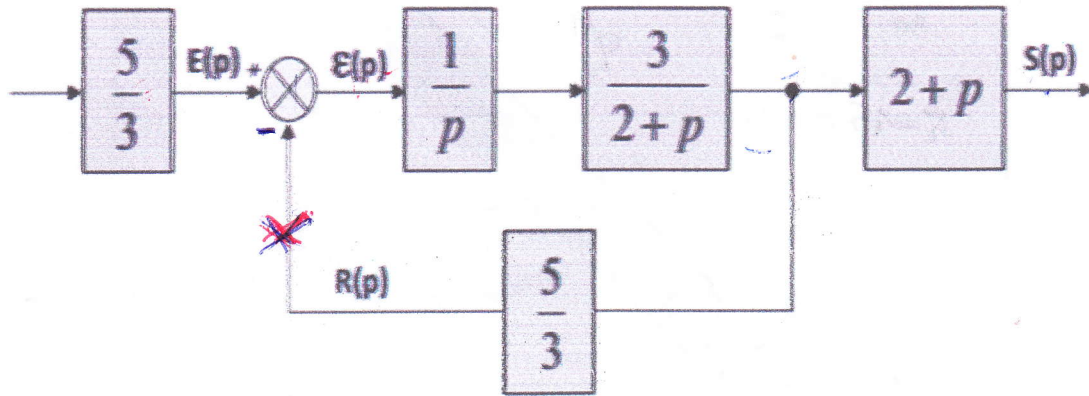
$$F(p) = \frac{(2+6p) \times \frac{2}{p+1}}{1+p \times (3+p) \times \frac{1}{p+1}}$$

1 $F(p) = 4 \times \frac{1+2p}{1+p \times (3+p)}$

2 $F(p) = 4 \times \frac{1+3p}{1+4p+p^2}$ ✓

3 $F(p) = 6 \times \frac{\left(\frac{1}{3}+p\right) \times 2}{1+p \times (3+p)}$

6. ضع في اعتبارك مخطط الصندوق التالي:



1 $FTBO(p) = \frac{5}{p \times (2+p)}$ ✓

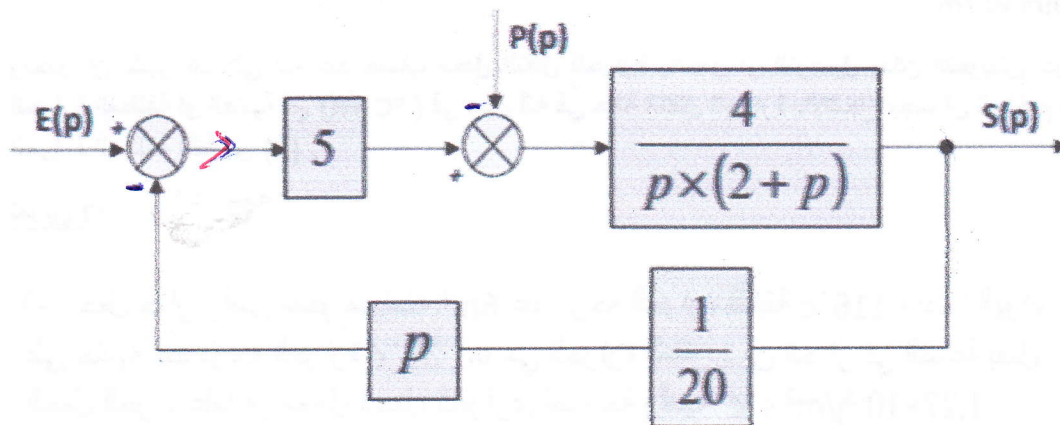
3 $FTBF(p) = \frac{5}{p \times (p+2) + 5}$

2 $FTBO(p) = \frac{5}{3} \times \frac{5}{p \times (2+p)}$

4 $FTBF(p) = \frac{3 \times (2+p)}{5 + 2p + p^2}$ ✓

7. بالنسبة للنظام التالي لدينا:

$$S(p) = H_1(p) \times E(p) + H_2(p) \times P(p)$$

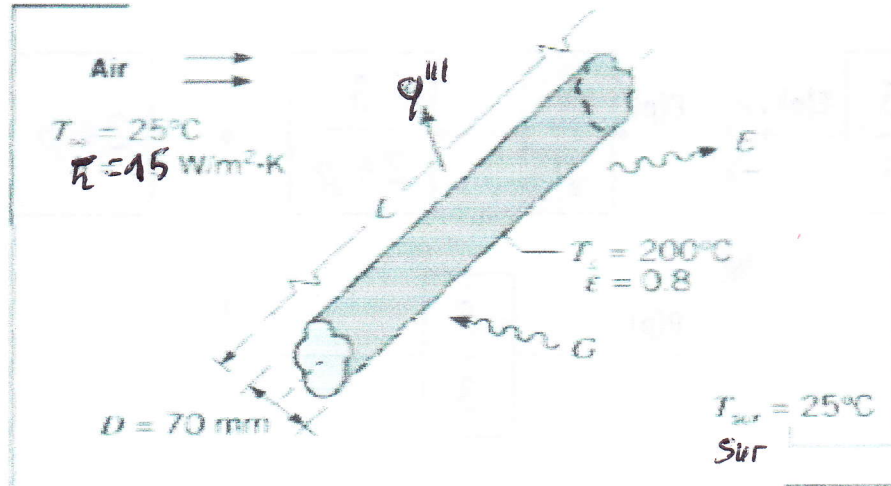


1 $H_1(p) = + \frac{20}{p \times (3+p)}$ ✓

3 $H_2(p) = - \frac{4}{p \times (3+p)}$ ✓

2 $H_1(p) = + \frac{20p}{1 + 20p \times (2+p)}$

4 $H_2(p) = + \frac{4}{p \times (3+p)}$



الفقد الحراري من الأنبوبة إلى هواء الغرفة عبارة عن فقد بواسطة الحمل وفقد بواسطة الإشعاع بين الأنبوبة وجدار الحجرة وعلي ذلك تكون q كما يلي :

$$q = h(\pi d L)(T_s - T_{\infty}) + \epsilon \cdot A \cdot \sigma \cdot (T_s^4 - T_{sur}^4)$$

$$q = (q_{conv} + q_{rad})$$

$$= 15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \cdot (\pi \cdot 0.07 \text{ m}) (200 - 25)^\circ\text{C} + 0.8 (\pi \cdot 0.07 \text{ m}) 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4 (473^4 - 298^4)$$

$$q = 577 \text{ W/m} + 421 \text{ W/m}$$

$$q = 998 \text{ W/m}$$

ويجدر أن نشير هنا إلى أنه عند حساب معدل انتقال الحرارة بالحمل أو التوصيل يمكن التعويض بدرجات الحرارة المطلقة أو العادية أي (K أو °C) في حين أنه في حالة انتقال الحرارة بالإشعاع يجب أن نستخدم درجة الحرارة المطلقة فقط أي (K).

تمرين 3:

- 1- جعل جدار رأسي مسطوح مساحته 6 m^2 عند درجة الحرارة الثابتة 116°C ، بينما الهواء على جانبيه عند درجة الحرارة 35°C . ما هي الحرارة المفقودة من الجدار في الساعة بفعل الحمل الحر ، علماً أن معامل الحمل الحراري لصفحة رأسية $1.27 \times 10^{-3} \text{ J/m}^2 \cdot \text{s}^\circ\text{C}$

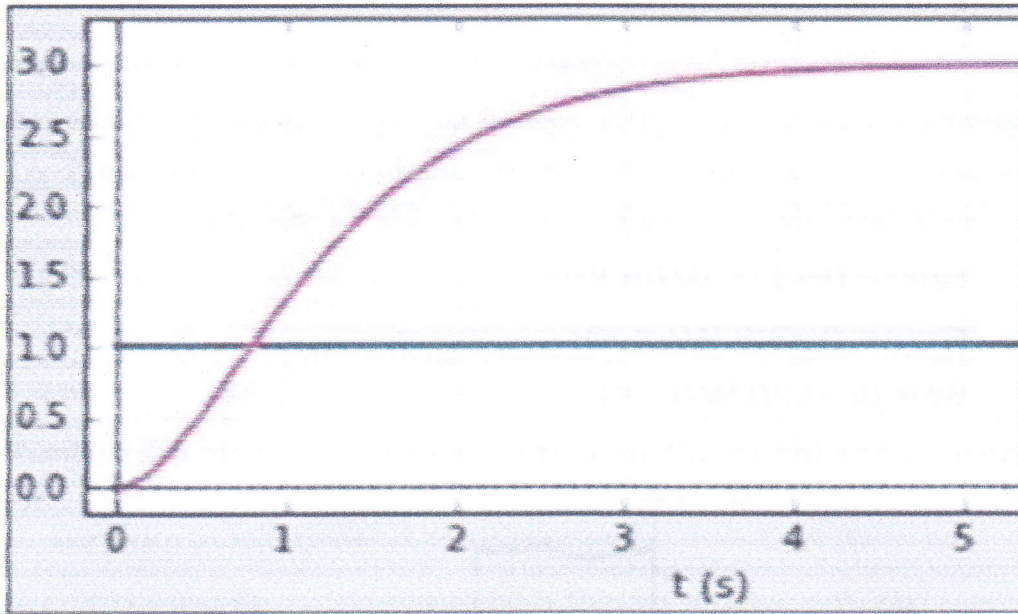
الحل

من العلاقة :

$$\Delta Q = h_c \cdot A \cdot \Delta T \cdot \Delta t \quad (4)$$

$$\Delta Q = (1.27 \times 10^{-3}) (6) (116 - 35) (3600) = 2.22 \times 10^3 \text{ J}$$

8. استجابة النظام لخطوة المعطى أدناه:

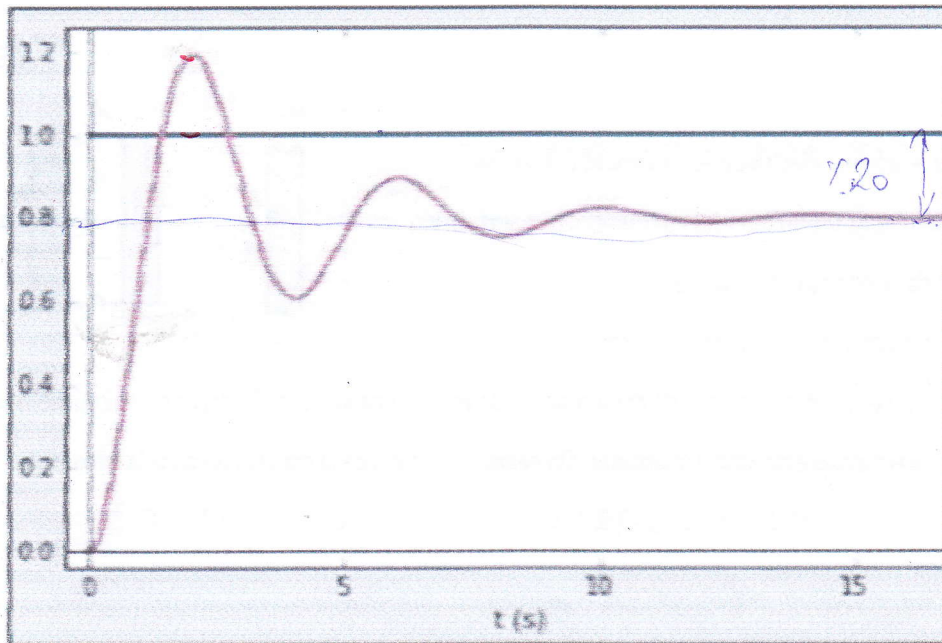


1 هذا نظام من الدرجة الأولى.

2 إنه نظام من الدرجة الثانية مع عامل التخميد $\zeta < 1$.

3 إنه نظام من الدرجة الثانية مع عامل التخميد $\zeta > 1$.

9. فيما يلي استجابة خطوة النظام:



1 تبلغ قيمة التجاوز الأول 20%.

2 تبلغ قيمة التجاوز الأول 50%.

3 $D\% = 0.5$

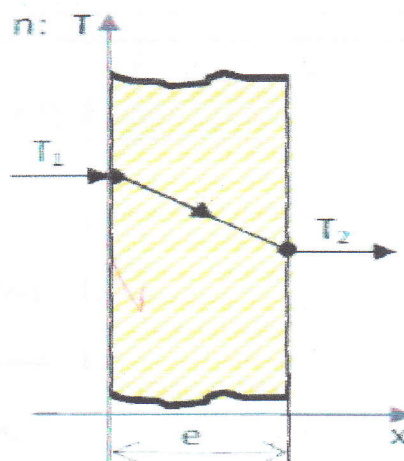
4 الخطأ الساكن يساوي 20%.

تمرين 5:

Considérant le mur plan d'épaisseur 60mm représenté sur la figure ci-dessous. Si la densité de flux thermique à travers ce mur est de 66.5 W/m^2 , calculer la différence de température aux surfaces et les valeurs numériques du gradient de température dans celui-ci si ce mur est en:

1. Laiton ($k=115 \text{ W/m.K}$);
2. Granit ($k=3,5 \text{ W/m.K}$);
3. Bois ($k=0,20 \text{ W/m.K}$).

Interpréter les résultats obtenus pour les trois matériaux

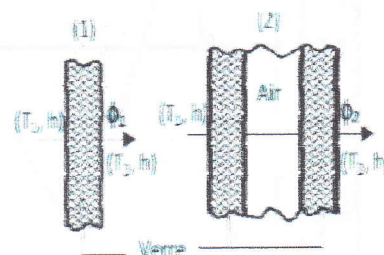


تمرين 6:

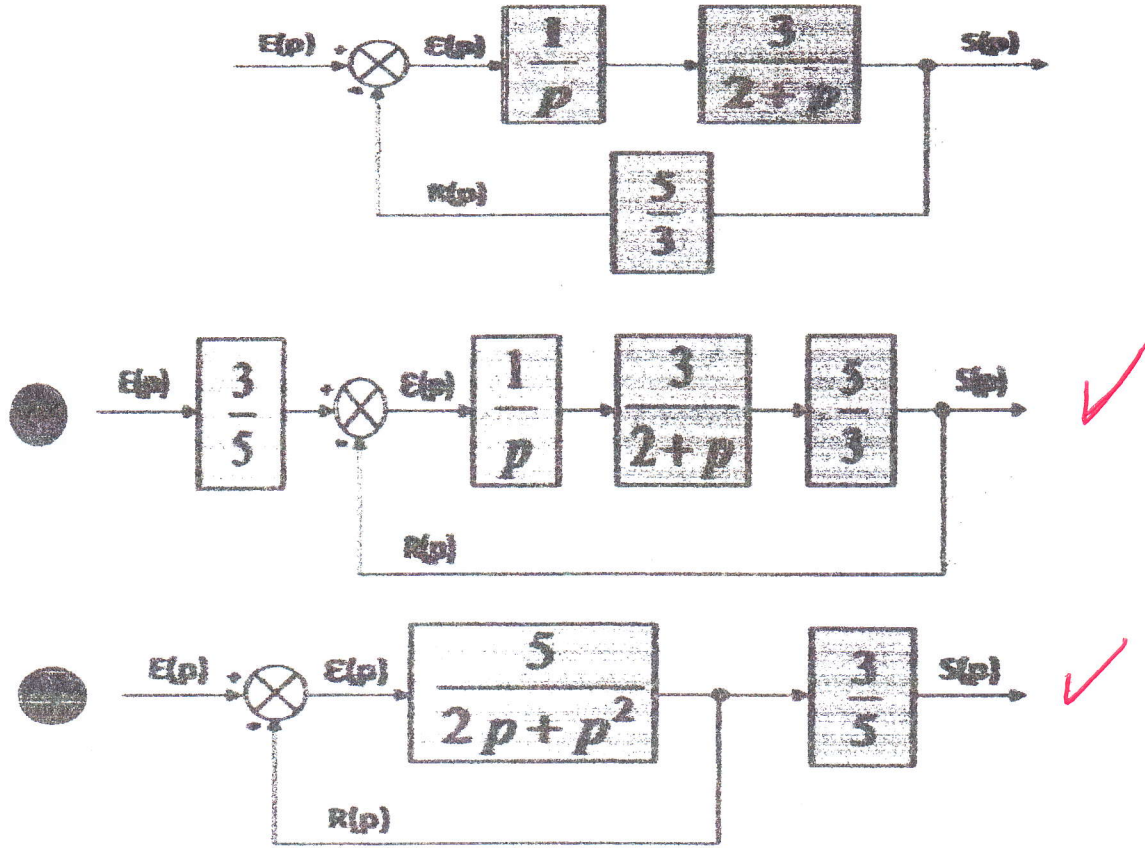
Donner le schéma électrique équivalent et déterminer les déperditions thermiques (ϕ) au travers d'une surface vitrée de 1 m^2 dans les deux cas suivants:

1. Vitrage simple d'épaisseur, $e=3 \text{ mm}$;
2. Vitrage double, composé de deux couches de verre d'épaisseur ($e=3 \text{ mm}$) et d'une couche d'air intermédiaire de 5 mm d'épaisseur. On néglige les effets de la convection dans la lame d'air.

On donne: $k_{\text{verre}}=1,2 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, $k_{\text{air}}=0,024 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, $h=12 \text{ W/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$, $T_1=20^{\circ}\text{C}$ et $T_2=0^{\circ}\text{C}$.

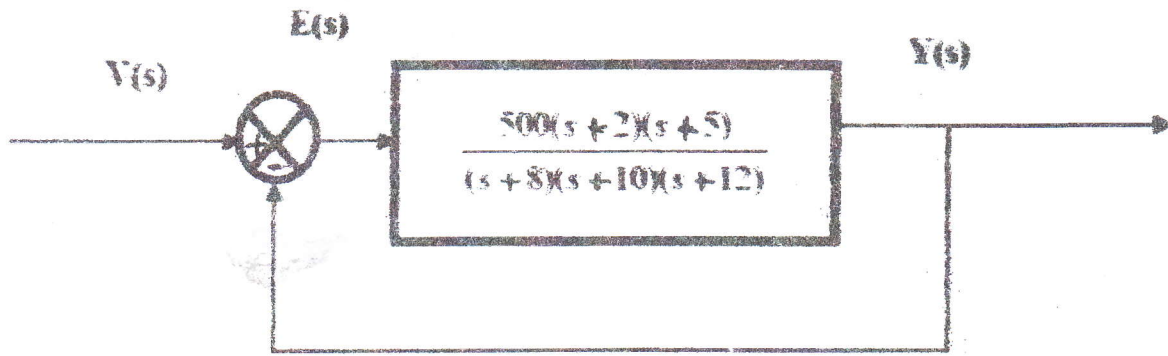


10. نريد إنشاء مخطط الصندوقي ذا رجوع احادي يعادل مخطط الصندوقي التالي:



تمرين 1: (5 نقاط)

انطلاقا من المخطط الصندوقي الموضح في الشكل جد:



1 اوجد قيم ثابت خطأ الثلاثة

2 ماهي درجة أو نوع الأستاتي

3 أوجد الخطأ الأستاتي عندما تكون إشارة الدخل ترجية

تمرين 2: (5 نقاط)

نظام تحكم ممثل بالمعادلة المميزة التالية:

$$Q(s) = s^5 + s^4 + 4s^3 + 24s^2 + 3s + 63$$

هل المنظومة مستقرة؟

الحل -

$$D\% = 0.5$$

50%

أ- زلة النظرية

10 نقاط

(1), (4)	← -6
(1), (3)	← -7
(2)	← -8
(4), (3), (2)	← -9
(2), (1)	← -10

(3)	← -1
(2)	← -2
(1)	← -3
(3)	← -4
(2)	← -5

التصريف

$$K_p = \lim_{s \rightarrow 0} G(s) = \frac{500 \times 2 \times 5}{8 \times 10 \times 12} = 5.208$$

$$K_v = \lim_{s \rightarrow 0} s G(s) = 0$$

$$K_a = \lim_{s \rightarrow 0} s^2 G(s) = 0$$

1- درجة ثابتة ما نوع 0

2- بالنسبة للأول وحدة درجت

$$e_{stp}(\infty) = \frac{1}{1 + \lim_{s \rightarrow 0} G(s)} = \frac{1}{1 + K_p} = 0.161$$

الممرين

s^5	1	4	3
s^4	1	24	63
s^3	-20	-60	0
s^2	21	63	0
s^1	0	0	

بما أن الحدود يحتوي على عناصر صفري
عنا المعادلة المميزة تحتوي على
جذرين مركبين، فإن يجب دراسة
المعادلة المميزة:

المعادلة المساعدة من:

$$21(s^2 + 3) = 21(s + 3)(s - 3)$$

أذن الحد ومرتبة: بالقسمة المعادلة المميزة
على المعادلة المساعدة نحصل على:

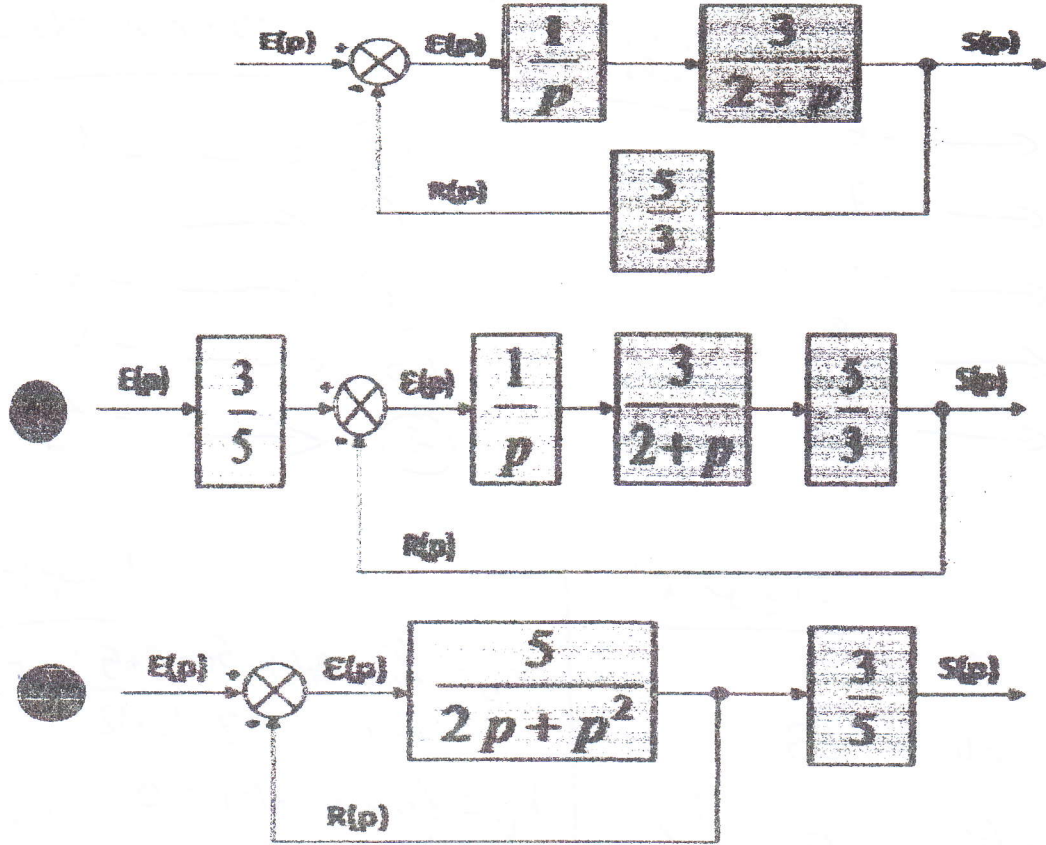
$$\frac{Q(s)}{s^2 + 3} = s^3 + s^2 + s + 21$$

ومن جدول روث:

هناك تغييرين للإشارة في العود الأول
من الجدول، أذن النظام غير مستقر

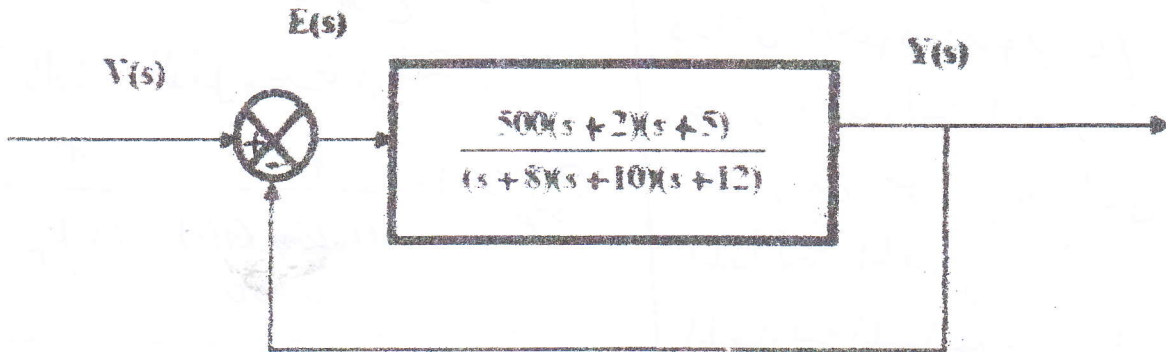
s^3	1	1
s^2	1	21
s^1	-20	0
s^0	21	0

10. نريد إنشاء مخطط الصندوقي ذا رجوع احادي يعادل مخطط الصندوقي التالي:



تمرين 1: (5 نقاط)

انطلاقاً من المخطط الصندوقي الموضح في الشكل جد:



1 اوجد قيم ثابت خطأ الثلاثة

2 ماهي درجة أو نوع الأستاتيكية

3 اوجد الخطأ الأستاتيكي عندما تكون إشارة الدخل درجة

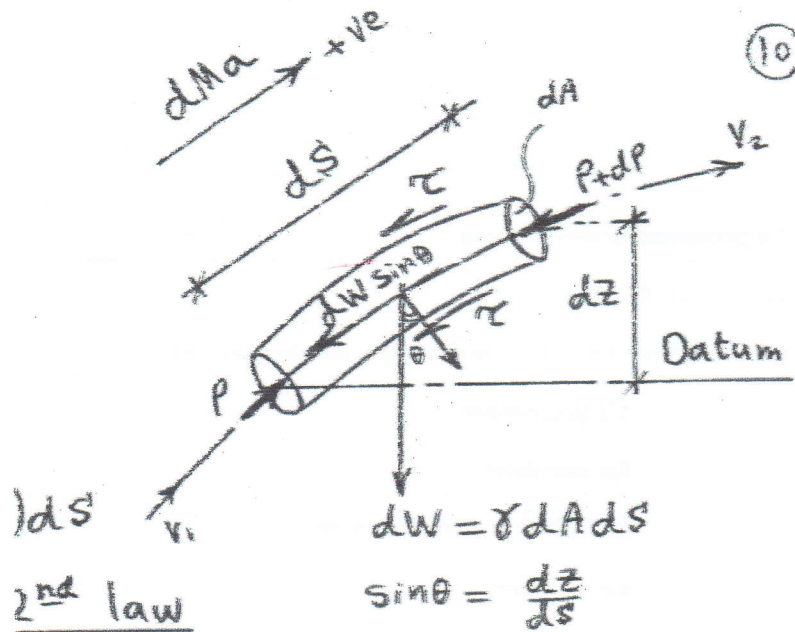
تمرين 2: (5 نقاط)

نظام تحكم ممثل بالمعادلة المميزة التالية:

$$Q(s) = s^5 + s^4 + 4s^3 + 24s^2 + 3s + 63$$

هل المنظومة مستقرة؟

$$F = \tau dA = \tau(2\pi r)ds$$



2nd law

$$\sin \theta = \frac{dz}{ds}$$

Applying Newton 2nd law

$$\sin \theta = \frac{dz}{ds}$$

$$P dA - (P + dP) dA - dW \sin \theta - \tau (2\pi r) ds = dMa$$

$$-dP dA - \gamma dA ds \left(\frac{dz}{ds} \right) - \tau (2\pi r) ds = \rho dA ds \frac{dv}{dt}$$

$$\therefore dA = \pi r^2 \quad \div \gamma$$

$$-\frac{dP}{\gamma} - dz - \frac{2\tau ds}{\gamma r} = \frac{V dv}{g}$$

$$\frac{dP}{\gamma} + dz + d\left(\frac{V^2}{2g}\right) = -\frac{2\tau ds}{\gamma r}$$

$$\int \frac{dP}{\gamma} + \int dz + \int d\left(\frac{V^2}{2g}\right) = \int -\frac{2\tau ds}{\gamma r}$$

حيث يوضح الشكل أنبوب بيتوت في مجرى السائل بحيث تكون فتحة نهايته نحو الاتجاه المعاكس لسريان المائع. وتجدر الإشارة هنا إلى أن أنبوب بيتوت يقيس السرعة عند نقطة التماس مع المائع فقط.

بتطبيق معادلة برنولي بين النقطتين (١) و (٢) نحصل على المعادلة التالية :

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} + gZ_1 = \frac{P_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + gZ_2$$

المائع عند النقطة (٢) يكون في حالة سكون والتغير في طاقة الوضع يساوي صفراً. فإن المعادلة تختصر إلى :

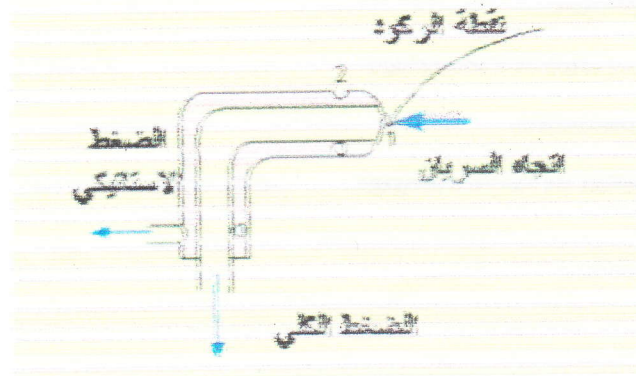
$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} = \frac{P_2}{\rho}$$

$$\frac{v_1^2}{2} = \frac{P_2 - P_1}{\rho}$$

$$v_1 = \sqrt{2 \times \frac{P_2 - P_1}{\rho}}$$

حيث P_1 هو الضغط الاستاتيكي و P_2 هو يساوي الضغط الكلي أو مجموع الاستاتيكي زائدا ضغط السرعة.

ويمكن توصيل أنبوب البيتوت بماتومتر لقراءة فرق الضغط مباشرة كما أمكن أيضا تصميم أنبوب البيتوت في شكل أنبوبين متمركزين ، يقيس الأنبوب الداخلي منهما الضغط الكلي بينما يعطي الأنبوب الخارجي الضغط الإستاتيكي من خلال الثقوب في نهايته .



- التدفق المنتظم
- التدفق المستمر ، لا تتغير السرعة عند نقطة أو على طول خط التدفق بمرور الوقت
- يسمى هذا المشتق بالمشتق الكامل أو المشتق المادي

1. L'accélération particulaire est donnée par les équations suivantes :

$$a_x = \frac{Du}{Dt} = \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \quad (0,1\checkmark)$$

$$a_y = \frac{Dv}{Dt} = \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \quad (0,1\checkmark)$$

$$a_z = \frac{Dw}{Dt} = \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \quad (0,1\checkmark)$$

D'après le champ de vitesse donné, on a :

$$u = 4 + xy + 2t$$

$$v = 6x^3$$

$$w = 3xt^2 + z$$

Donc,

$$a_x = 2 + (4 + xy + 2t)(y) + 6x^3(x) + (3xt^2 + z)(0) \quad (0,1\checkmark)$$

$$a_y = 0 + (4 + xy + 2t)(18x^2) + 6x^3(0) + (3xt^2 + z)(0) \quad (0,1\checkmark)$$

$$a_z = 6xt + (4 + xy + 2t)(3t^2) + 6x^3(0) + (3xt^2 + z)(1) \quad (0,1\checkmark)$$

Alors,

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}$$

$$\vec{a} = (2 + 4y + xy^2 + 2ty + 6x^4) \vec{i} + (72x^2 + 18x^3y + 36tx^2) \vec{j} + (6xt + 12t^2 + 3xyt^2 + 6t^3 + 2 + 3xt^2) \vec{k} \quad (0,1\checkmark)$$

2. Le vecteur d'accélération au point A (1, 1, 1) et t = 1

$$\vec{a} = (2 + 4 + 1 + 2 + 6) \vec{i} + (72 + 18 + 36) \vec{j} + (6 + 12 + 3 + 6 + 2 + 3) \vec{k}$$

$$\vec{a} = 15 \vec{i} + 126 \vec{j} + 32 \vec{k} \quad (0,1\checkmark)$$

1. Les débits Q_2 , Q_3 , Q_4

l'équation de Bernoulli entre B et C dans les trois conduites (voir la figure) donne:

$$\frac{P_B}{\rho g} + \frac{V_B^2}{2g} + Z_B = \frac{P_C}{\rho g} + \frac{V_C^2}{2g} + Z_C + \Delta H_2$$

Oir

$$\frac{P_B}{\rho g} + \frac{V_B^2}{2g} + Z_B = \frac{P_C}{\rho g} + \frac{V_C^2}{2g} + Z_C + \Delta H_3$$

Oir

$$\frac{P_B}{\rho g} + \frac{V_B^2}{2g} + Z_B = \frac{P_C}{\rho g} + \frac{V_C^2}{2g} + Z_C + \Delta H_4$$

Oir

En égalisant les trois relations précédentes, on trouve :

$$\Delta H_2 = \Delta H_3 = \Delta H_4 \Rightarrow \left(\lambda_2 \frac{L_2}{D_2} + \sum K \right) \frac{V_2^2}{2g} = \left(\lambda_3 \frac{L_3}{D_3} + \sum K \right) \frac{V_3^2}{2g} = \left(\lambda_4 \frac{L_4}{D_4} + \sum K \right) \frac{V_4^2}{2g}$$

Oir

Les conduites en parallèles ont la même perte de charge. Le débit total traversant toutes les conduites est la somme des débits

L'application numérique donne:

$$\begin{cases} 23 \frac{V_2^2}{2g} = 56 \frac{V_3^2}{2g} \\ 23 \frac{V_2^2}{2g} = 26,4 \frac{V_4^2}{2g} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_3 = 0,64 V_2 \\ V_4 = 0,933 V_2 \end{cases}$$

Oir

Oir

l'équation de continuité dans ce circuit hydraulique, montre que:

$$Q = Q_2 + Q_3 + Q_4 = V_2 S_2 + V_3 S_3 + V_4 S_4$$

$$S_2 = \frac{\pi D_2^2}{4} = 0,785 \text{ m}^2, S_3 = \frac{\pi D_3^2}{4} = 0,196 \text{ m}^2 \text{ et } S_4 = \frac{\pi D_4^2}{4} = 0,44 \text{ m}^2$$

$$Q = 3 = 0,785 V_2 + 0,196 V_3 + 0,44 V_4 = 0,785 V_2 + 0,196 \cdot 0,64 V_2 + 0,44 \cdot 0,933 V_2$$

Oir

on trouve:

$$V_2 = 2,27 \text{ m/s} \Rightarrow Q_2 = 1,782 \text{ m}^3/\text{s}$$

Oir

$$V_3 = 1,45 \text{ m/s} \Rightarrow Q_3 = 0,285 \text{ m}^3/\text{s}$$

Oir

$$V_4 = 2,12 \text{ m/s} \Rightarrow Q_4 = 0,933 \text{ m}^3/\text{s}$$

Oir

2. La puissance absorbée par la pompe

Appliquons l'équation de Bernoulli entre A et C :

$$\frac{P_A}{\rho g} + \frac{V_A^2}{2g} + Z_A + H_P = \frac{P_C}{\rho g} + \frac{V_C^2}{2g} + Z_C + \Delta H$$

Oir

On a :

$$Z_A = 0 \text{ m}, Z_C = 20 \text{ m} \text{ et } P_A = P_C = P_{\text{atm}}$$

$$V_A = V_C = 0 \text{ (Niveau d'eau constante), alors :}$$

$$H_P = Z_C - Z_A + \Delta H$$

$$\Delta H = \left(\lambda_1 \frac{L_1}{D_1} + \sum K \right) \frac{V_1^2}{2g} + \left(\lambda_2 \frac{L_2}{D_2} + \sum K \right) \frac{V_2^2}{2g}$$

$$V_1 = \frac{4Q}{\pi D^2} = 2,65 \text{ m/s} \text{ et } V_2 = 2,27 \text{ m/s}$$

L'application numérique donne:

$$\Delta H = 7,2 \text{ m}$$

Oir

alors

$$H_P = 27,2 \text{ m}$$

Oir

$$P_a = \frac{P_h}{\eta} = \frac{\rho g Q H_P}{\eta} = 1067,32 \text{ kW}$$

Oir