

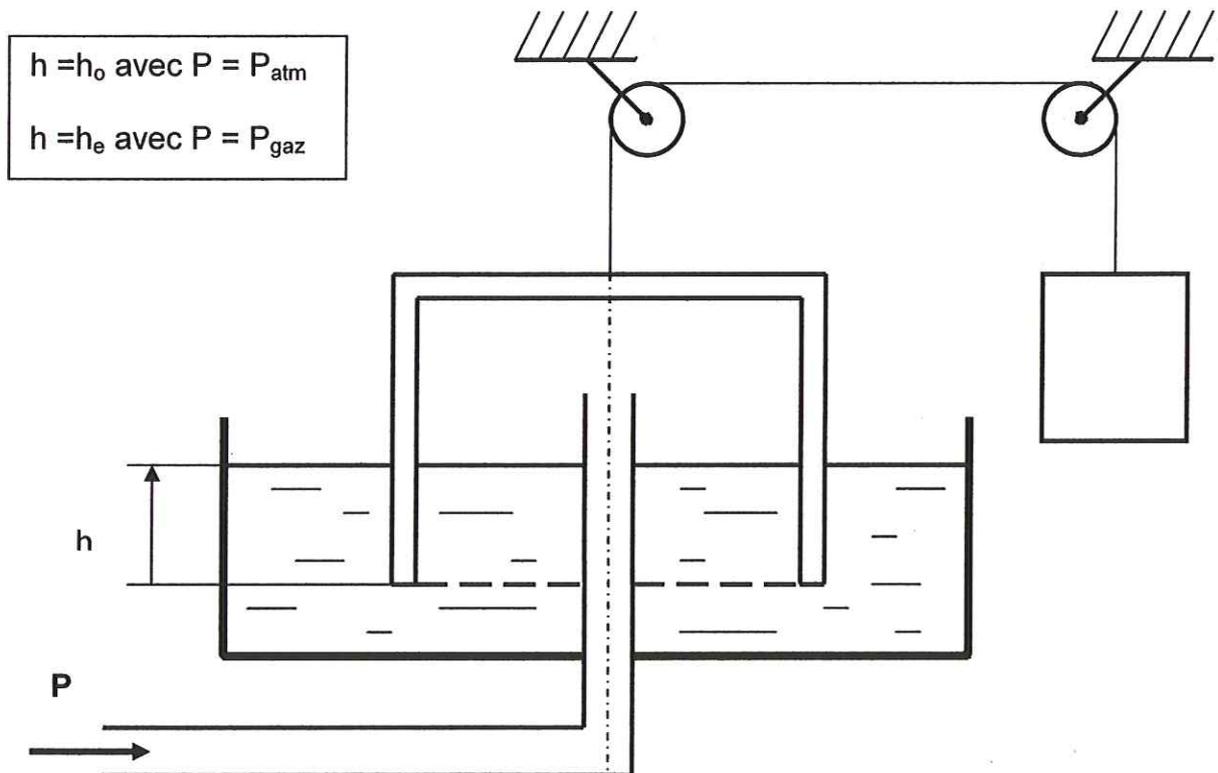
FINAL MC51 du 27/6/2007

I) MESURE DE PRESSION D'UN GAZ AVEC MANOMETRE A CLOCHE

Ce type de manomètre de laboratoire est utilisé pour mesurer de façon très précise la pression des gaz lorsqu'elle est proche de la pression atmosphérique. Il est constitué d'une cloche cylindrique plongeant dans un réservoir rempli d'eau. La cloche possède sur son pourtour extérieur des graduations millimétriques permettant de mesurer sa hauteur d'immersion. La hauteur immergée de la cloche dépend de la masse m_{cp} du contrepoids. Pour mesurer la pression P d'un gaz, il faut relier l'intérieur de la cloche à cette pression P et mesurer le déplacement vertical de la cloche qui en résulte.

Nota :

La rotation des poulies se fait sans frottement, le lien souple entre la cloche et le contrepoids est de masse négligeable. D'autre part, on ne prend pas en compte les effets de mouillage dus à la tension superficielle entre l'eau et la cloche.



Caractéristiques :

$$d_{ic} = \varnothing_{\text{int cloche}} = 200 \text{ mm}$$

$$d_{ec} = \varnothing_{\text{ext cloche}} = 204 \text{ mm}$$

$$\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ kg/dm}^3 ,$$

$$m_c = m_{\text{cloche}} = 1,5 \text{ kg}$$

$$m_{cp} = m_{\text{contrepois}} = 1,4 \text{ kg}$$

$$P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar}$$

Dans un premier temps, le dessous de la cloche est relié à la pression atmosphérique P_{atm} . La hauteur immergée de la cloche est fixée à une hauteur de référence h_0 en plaçant un contrepois de masse m_{cp} .

a) Isolez la cloche, recensez les différentes actions qui s'exercent sur elle quand le dessous est à la pression atmosphérique et écrivez l'équation d'équilibre. Exprimez la hauteur h_0 en fonction des caractéristiques du système.

b) Compte tenu des caractéristiques du dispositif, calculez la masse du contrepois à installer pour que la hauteur immergée de la cloche h_0 servant de référence soit égale à 70 mm.

Le dessous de la cloche est par la suite soumise à une pression P ($P > P_{\text{atm}}$)

c) Le niveau d'eau sous la cloche est-il au même niveau que le niveau d'eau à l'extérieur de la cloche? Si oui, expliquez pourquoi? Si non, exprimez la différence Δ_{niv} de hauteur entre les niveaux en question.

d) Le dessous de la cloche étant maintenu à la pression P , isolez la cloche et recensez les actions qui s'exercent sur elle. Ecrivez l'équation d'équilibre en considérant h_e la hauteur comprise entre la base de la cloche et le niveau d'eau à l'extérieur de la cloche (ne négligez pas l'effet de la pression atmosphérique).

e) Exprimez la variation de hauteur Δh comprise entre h_e et la hauteur de référence h_0 .

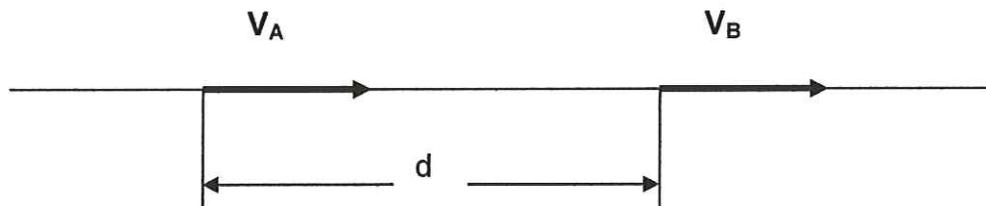
f) Pourquoi la surface du réservoir n'intervient-elle pas dans l'expression de Δh ?

g) Déterminez la pression P mesurée lorsque le niveau d'eau est descendu de 50 mm par rapport à la hauteur de référence h_0 .

h) Calculez la sensibilité de ce manomètre ?

II) MODELISATION DE L'EFFET DOPPLER

Si on considère une onde de fréquence f émise par un émetteur animé d'une certaine vitesse, cette onde sera perçue avec une fréquence f' par un récepteur lui-même en mouvement. Afin de modéliser cet effet Doppler, on imagine le cas d'une voiture A poursuivant une voiture B en ligne droite, le conducteur de la voiture A klaxonnant de manière continue (fréquence du signal sonore = f). Les voitures A et B, séparées d'une distance d , roulent respectivement aux vitesses V_A et V_B .



En raisonnant à partir d'une période du signal sonore de fréquence f émis en A.

a) Exprimez le retard t_1 entre le temps où le début de l'oscillation est émise du véhicule A et le temps où elle arrive au véhicule B (attention l'onde sonore doit parcourir une distance $> d$).

b) Exprimez le retard t_2 entre le temps où la fin de l'oscillation précédente est émise du véhicule A et le temps où la fin de cette même oscillation arrive au véhicule B.

c) Exprimez la période T' puis la fréquence f' du signal sonore perçu par le conducteur du véhicule B.

d) Compte tenu des données suivantes, déterminez la fréquence f' .

Données : $C = 300 \text{ m/s}$ $f = 11,5 \text{ kHz}$ $d = 150 \text{ m}$

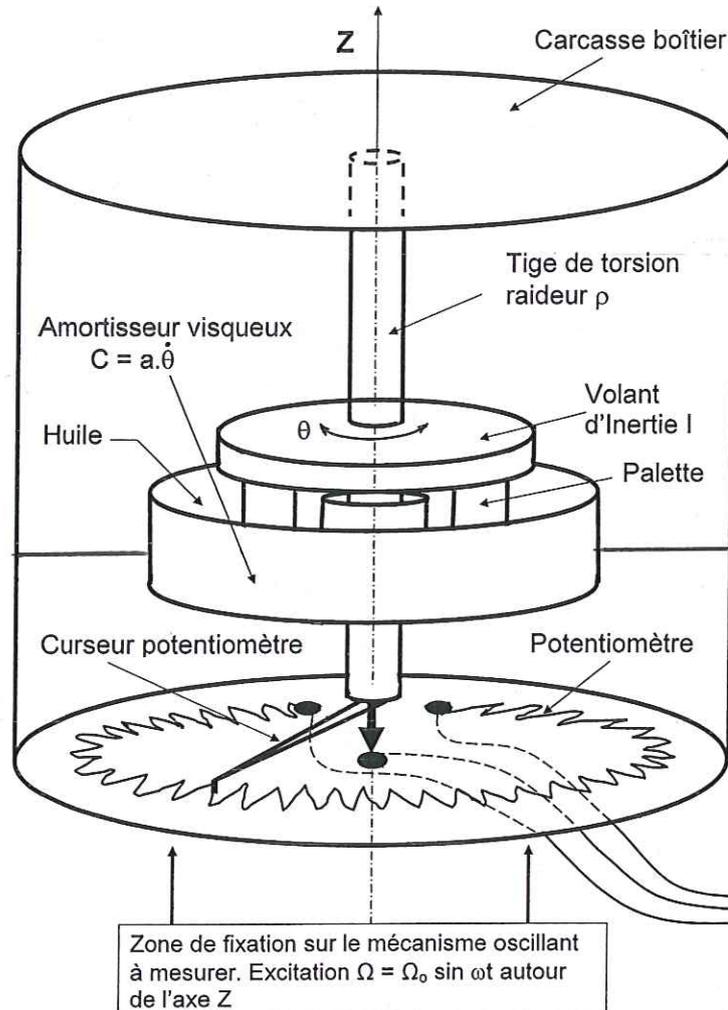
$V_A = 130 \text{ km/h}$

$V_B = 115 \text{ km/h}$

e) Comment sans regarder dans le rétroviseur, le conducteur du véhicule B saura-t-il s'il est rattrapé par le véhicule A ou au contraire s'il s'en éloigne ?

III) ACCELEROMETRE ANGULAIRE

L'appareil défini par le schéma suivant permet de traduire une accélération angulaire $\Omega_0 \sin \omega t = \Omega$ en une rotation $\theta = \theta_0 \sin(\omega t + \varphi)$



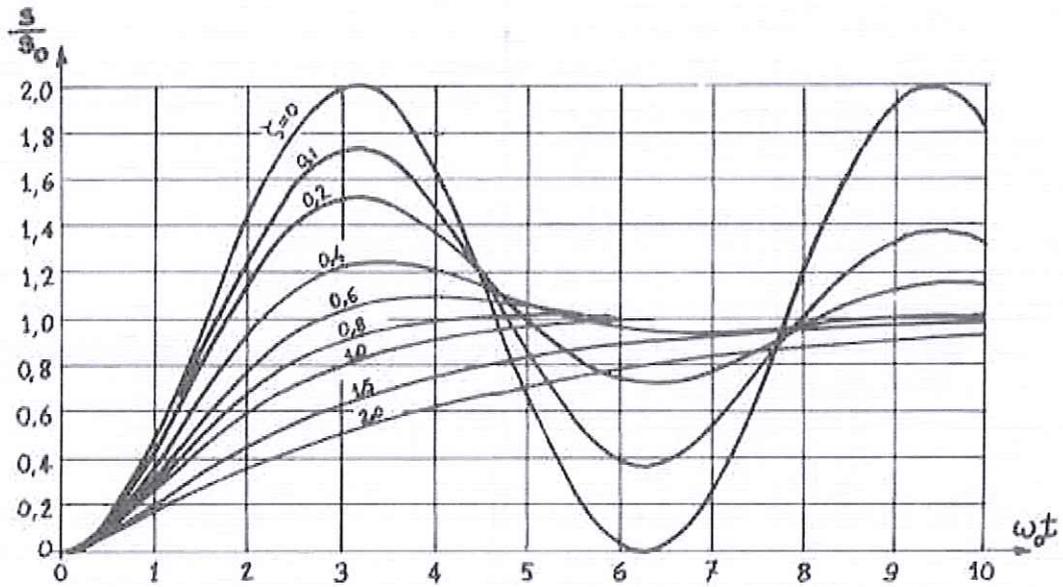
a) Montrez qu'il s'agit d'un système de 2^{ème} ordre.

b) Exprimez f_0 la fréquence propre du système non amorti et ξ le coefficient d'amortissement.

Avec les diagrammes ci-joints, recherchez :

c) la bande passante et les déphasages à -3 dB pour $\xi = 0,1$ et $\xi = 1$, Discutez.

d) l'amortissement à retenir pour avoir un résiduel d'amplitude $\leq 10\%$ en réponse à un échelon d'excitation.



Réponse dans le temps d'un système du second ordre à un échelon de mesurande pour diverses valeurs du coefficient d'amortissement.

La mesure de l'angle θ s'effectue avec un capteur potentiométrique. Parmi les trois fils sortant de l'accéléromètre, deux sont reliés aux extrémités de la résistance du potentiomètre le troisième au curseur (certaines pièces sont nécessairement isolantes).

e) Proposez le montage électrique le plus simple possible pour traduire la mesure de déplacement angulaire du potentiomètre en tension de mesure avec une bonne sensibilité de détection et une compensation thermique efficace.

Donnez les particularités essentielles de ce conditionnement.

La tension mesurée est $V_m = E \cdot \frac{k\theta}{R}$ donc $\theta = f(V_m)$

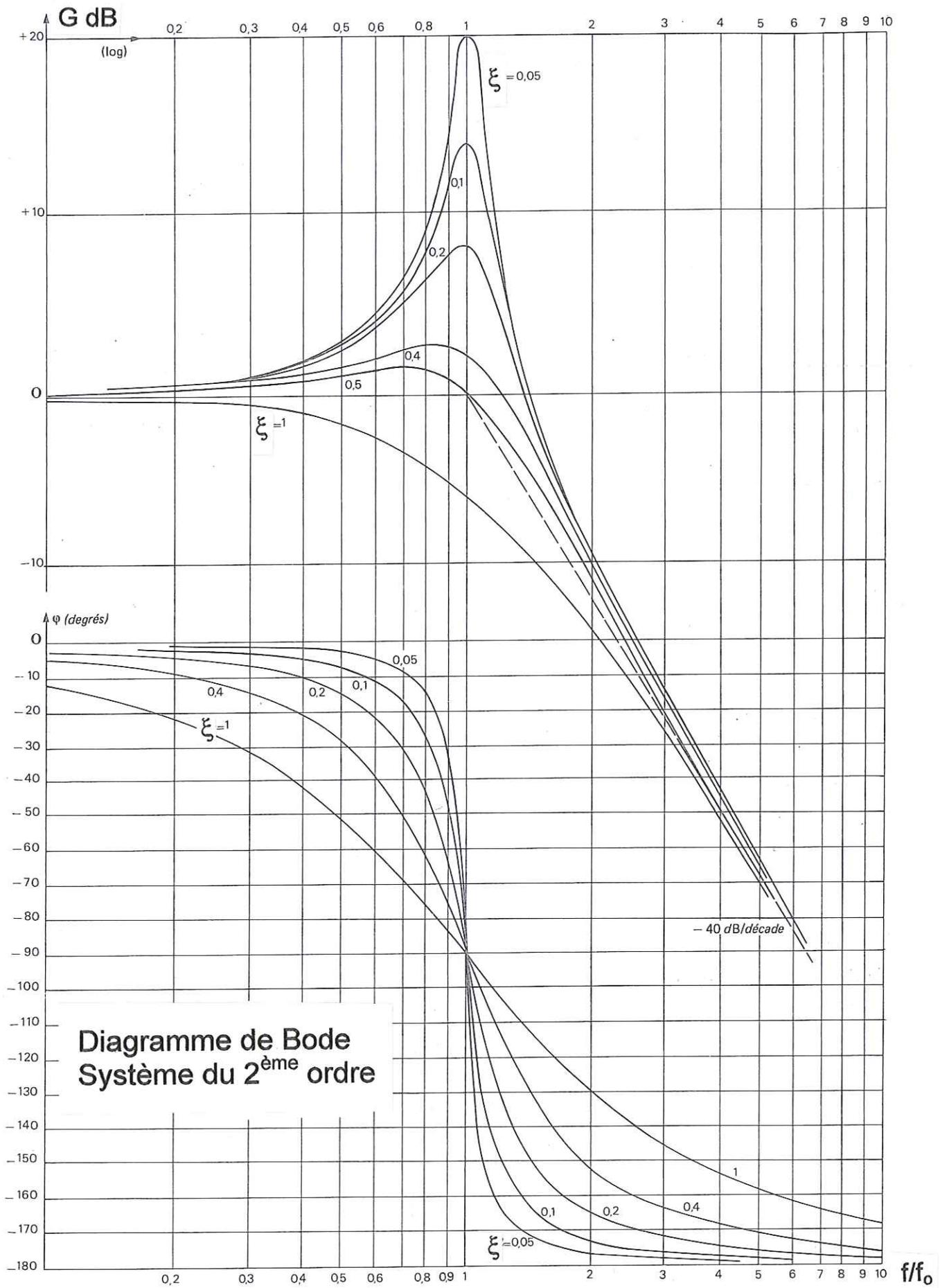
Si $E =$ tension alimentation $= 5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$

$R_c =$ Résistance potentiomètre $= 15 \text{ } \Omega \pm 0,1 \Omega$

$k =$ constante

V_m lue de 0 à 0,2 V à $\pm 0,01 \text{ V}$

f) Quelle incertitude de mesure peut-on espérer sur θ entre $\theta = 0$ et θ_{\max} ?



IV) TRANSMISSION DE DONNEES (M. HUNSINGER)

Répondre sur une copie à part des questions I, II, III.

a) Mesure de tension

On dispose d'un capteur assimilé à une source de tension de résistance interne $r = 500 \Omega$. La tension délivrée varie entre 0 et 1 V. Cette tension est mesurée à l'aide d'un voltmètre à galvanomètre placé sur le calibre 1V. La résistance interne de ce voltmètre est de $10\,000 \Omega/V$.

Quelle est l'erreur de lecture due aux résistances exprimée en pourcentage ?

b) Boucle de courant à récepteurs multiples

On utilise pour une chaîne de mesure une boucle de courant 4-20 mA alimentée par une tension de 12V.

Combien de récepteurs ayant une résistance interne de 50Ω peut-on raisonnablement envisager de placer dans la boucle sans perturber la mesure ? Justifiez votre réponse.

c) Transmission de données par RS232

Une chaîne de mesure effectue une mesure toutes les secondes. La valeur mesurée est codée sur deux octets. On désire stocker les valeurs mesurées en mémoire et les transmettre en bloc à un ordinateur central toutes les 5 mn, en moins d'une seconde, de façon à ne pas perturber la régularité de la mesure.

La transmission se fait sur 8 bits, pas de parité, 1 bit de Start et 1 bit de Stop. Les vitesses disponibles sont : 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 Bauds.

Quelle est la vitesse minimale que l'on pourra utiliser ?