



TPS13 - IMPÉDANCE D'UN HAUT-PARLEUR

D.Malka – MPSI 2018-2019 – Lycée Jeanne d'Albret

Capacités expérimentales	
Mesurer une tension à l'oscilloscope numérique	✓
Évaluer une incertitude-type	✓
Mettre en œuvre un dispositif expérimental autour du phénomène de résonance.	✓
Vérification d'une loi physique ou validation d'un modèle; ajustement de données expérimentales à l'aide d'une fonction de référence modélisant le phénomène	✓
Déterminer la pulsation propre et le facteur de qualité à partir d'un graphe expérimental d'amplitude	✓
Mesurer une résistance ou une impédance : mesure directe à l'ohmmètre/capacimètre	✓

Le haut-parleur est un transducteur électromécanique : il transforme un signal électrique en signal mécanique. Nous cherchons à étudier la réponse harmonique d'un haut-parleur en mesurant son impédance. La vocation du haut-parleur étant d'émettre un signal audible, nous restreindrons donc l'étude à l'intervalle [0 Hz, 20 kHz].

Une étude théorique du haut-parleur suggère d'écrire son impédance comme :

$$\underline{Z}(\omega) = R_e + jL_e\omega + \underline{Z}_m(\omega)$$

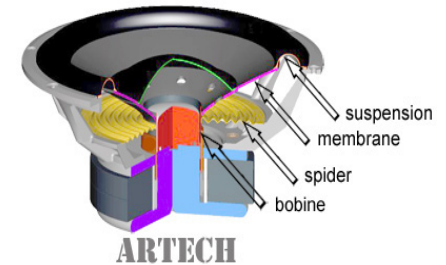
où $\underline{Z}_m = \frac{Z_0}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$ est l'impédance motionnelle liée au mouvement de la membrane du haut-parleur.

On montre que la pulsation de résonance ω_0 vaut $\sqrt{\frac{k}{m}}$ où m est la masse de la membrane du haut-parleur et k la raideur de la suspension.

1. Élaborer un protocole expérimental permettant de déterminer les caractéristiques du haut-parleur : R_e , L_e , ω_0 et Q .



(a) Le haut-parleur étudié



(b) Principaux éléments constitutifs

FIGURE 1 – Un haut-parleur

2. Mettre en œuvre ce protocole.
3. Comparer aux données constructeur.
4. Comment pourrait-on mesurer indépendamment k et m ?.



Fréquence de résonance	F_s	43.00 Hz	Valeur de la base de données
Volume d'air équivalent à l'élasticité de la suspension	V_{AS}	65.84 L	Valeur de la base de données
Résistance de la bobine au courant continu	R_e	6.45 Ohms	Valeur de la base de données
Résistance interne de l'ampli	R_g	0.00 Ohms	Facteur d'amortissement 200000 sur 8 Ohms
Résistance du filtre passif	R_f	0.00 Ohms	Si 0 : Pas de filtre ou filtre actif
Coefficient de surtension mécanique	Q_{ms}	3.720	Valeur de la base de données
Coefficient de surtension électrique	Q_{es}	1.010	Valeur de la base de données
Coefficient de surtension total	Q_{ts}	0.794	$Q_{ms} * Q_{es} / (Q_{ms} + Q_{es})$
Type calculé	F_g / Q_{ts}	54.1 Hz	F_g / Q_{ts}
	Type	SUB	EN TEST
Surface de la membrane	S_d	319.00 cm ²	Valeur de la base de données
Rayon de la membrane	R_d	10.08 cm	racine(S_d / π)
Diamètre normalisé équivalent	D_{iameq}	25 cm	Règles de calcul du diamètre
Compliance acoustique de la suspension	C_{as}	4669.0 Ncm ⁵	$V_{AS} / (R_o * C^2)$
Masse acoustique totale du diafragme	M_{as}	29.3 Kgm ⁴	$1 / ((2 * \pi * F_s)^2 * C_{as})$
Masse mobile mécanique	M_{ms}	29.858 g	$(C * S_d / (2 * \pi * F_s))^2 * R_o / V_{AS} = M_{as} * S_d^2$
Masse mécanique de rayonnement frontal	M_{mrf}	3.257 g	$(8 * R_o * R_d^3) / 3$
Masse de la membrane	M_{md}	26.601 g	$M_{ms} - M_{mrf}$
Résistance mécanique	R_{ms}	2.169 Kg/s	$2 * \pi * F_s * M_{ms} / Q_{ms}$
Compliance de la suspension	C_{ms}	0.459 mm/N	$1 / (2 * \pi * F_s)^2 / M_{ms}$
Raideur de la suspension	K	2180 N/m	$1 / C_{ms}$
Facteur de force	B.L	7.178 N/A	$(2 * \pi * F_s * M_{ms} * R_e / Q_{es})^{1/2}$
B.L/M _{ms}	B.L/M _{ms}	240.4 Kg.m/s ² /A	Ce n'est pas un critère de choix
Elongation linéaire de la membrane	X_{max}	± 4.00 mm	Valeur de la base de données
	X_{max}^{pp}	pp 8.00 mm	$2 * X_{max}$
Volume d'air déplacé par la membrane	V_d	127.60 cm ³	$S_d * X_{max}$
Déplacement du point repos de la membrane en position verticale	X_{vert}	0.03 mm	$M_{md} * 9.81 * C_{ms}$
Rendement %	Rend	0.504 %	$(4 * \pi^2 / C^3) * (F_s^3 * V_{AS} / Q_{es}) * 100$
Constante de sensibilité	Cste sens	112.13 dB	$10 * \text{LOG}(R_o * C / 2 / \pi) - 20 * \text{LOG}(2 * 10^{-5})$