

TP 1 : Résonance du RLC série. Mesures de Q et f_0 avec estimation de la variabilité (1h30)

On relèvera successivement :

- la courbe de résonance en intensité
- le diagrammes de BODE du filtre passe-bande

On proposera systématiquement des incertitudes-type pour les évaluations numériques.

A. La résonance en intensité.

On réalise le circuit RLC avec un condensateur de valeur nominale $C=1\text{ nF}$ et une self d'auto-inductance $L=1\text{ H}$ positionnées sur une plaquette LAB. La résistance de $3110\ \Omega$ est réalisée grâce à une association de boîtes AOIP.

1. Influence de la variabilité des valeurs numériques des composants :

En négligeant tout supplément de résistance, de capacité ou d'inductance (parasites indéterminées) dans le circuit réalisé et en considérant les intervalles suivants pour les valeurs numériques :

$$L=[L_{\text{luc}}\pm u(L)]\text{ H}$$

$$C=[C_{\text{luc}}\pm u(C)]\text{ nF}$$

$$R=[(R_{\text{luc}}+50)\pm u(R)]\Omega$$

Rappeler les expressions littérales de f_0 et Q.

Comment déterminez-vous les intervalles de variabilité pour la fréquence de résonance d'intensité f_0 et pour le facteur de qualité du circuit Q ?

Mesurer alors L et C au LCR-mètre (mesure à faire sur la paillasse prof en apportant votre plaquette LAB). Donner les « précisions constructeur » ΔL , ΔC , ΔR grâce au document joint en annexe 1. Les mesures de résistances se feront avec le multimètre MTX3283 en ohmmètre. En déduire les résultats de mesure pour R, L et C.

Calculer alors les incertitudes-type composées pour les valeurs de f_0 et Q
(Consulter l'annexe « incertitudes (première partie) » à ce sujet si nécessaire)

2. Incertitude sur les mesures d'intensité et de fréquence.

Nous allons relever des couples de valeurs $I_{\text{eff}}(f)$ (une bonne dizaine) sur la décade 1 kHz-10 kHz en branchant en série un multimètre MTX3283 en mode ampèremètre. Chaque mesure est entachée d'une incertitude sur l'intensité et sur la fréquence fournissant donc un « rectangle d'incertitude » sur chaque mesure. On estimera cette incertitude sur plusieurs valeurs (annexe 2).

Commentaire sur l'incertitude en fréquence ?

On relèvera les valeurs «à la main» et on les introduira dans un tableur. Le graphe sera donc fourni par le logiciel (pas d'interpolation (lissage) entre les valeurs expérimentales SVP !). Grâce à l'option «barres d'erreur», vous proposerez un pourcentage d'erreur compatible avec l'estimation faite d'après les données constructeur.

Vous pourrez tracer alors la courbe dite «théorique» en utilisant les valeurs médianes des composants et la tension d'entrée. Mais vous chercherez à paramétrer cette courbe avec un f_0 et un Q modifiables pour aller chercher un couple éventuellement plus compatible

Estimer ainsi f_0 et Q Estimer également la bande passante relative.

Sont-elles « compatibles » avec les intervalles déterminés en A.1 ?

Que devrait-on évaluer suite à ces mesures pour pouvoir utiliser la méthode de l'écart normalisé (z-score) ?

B. Le diagramme de BODE du RLC série en filtre passe-bande

En prenant la tension de sortie sur R (on la positionne dans le circuit avec une borne à la masse), utilisez Regressi pour une acquisition du diagrammes de BODE (gain et phase). Imprimer vos diagrammes et les résultats pour Q et f_0 avec l'intervalle de « confiance » de REGRESSI.

Confirmer (ou pas !) la cohérence avec les mesures du A.1 et A.2

Annexe 1 : Incertitude du Pont RLC digital (LCRmètre)

Capacitance

Test Freq. 120Hz

Range	Max Display	Accuracy		Specified Note
		Cx*	DF	
10mF	9.99mF *note 4	$\pm(5\% + 5 \text{ counts})$ (DF<0.1)	$\pm(10\% + 100/Cx + 5 \text{ counts})$ (DF<0.1)	after short cal.
1000μF	999.9μF	$\pm(1\% + 5 \text{ counts})$ (DF<0.1)	$\pm(2\% + 100/Cx + 5 \text{ count})$ (DF<0.1)	after short cal.
100μF	99.99μF	$\pm(0.7\% + 3 \text{ counts})$ (DF<0.5)	$\pm(0.7\% + 100/Cx + 5 \text{ counts})$ (DF<0.5)	—
10μF	9.999μF	$\pm(0.7\% + 3 \text{ counts})$ (DF<0.5)	$\pm(0.7\% + 100/Cx + 5 \text{ counts})$ (DF<0.5)	—
1000nF	999.9nF	$\pm(0.7\% + 3 \text{ counts})$ (DF<0.5)	$\pm(0.7\% + 100/Cx + 5 \text{ counts})$ (DF<0.5)	—
100nF	99.99nF	$\pm(0.7\% + 5 \text{ counts})$ (DF<0.5)	$\pm(0.7\% + 100/Cx + 5 \text{ counts})$ (DF<0.5)	after open cal.
10nF	9.999nF	$\pm(1\% + 5 \text{ counts})$ (DF<0.1)	$\pm(2\% + 100/Cx + 5 \text{ counts})$ (DF<0.1)	after open cal.

Test Freq. 1kHz

Range	Max Display	Accuracy		Specified Note
		Cx*	DF	
1000μF	0.999mF *note 4	$\pm(5\% + 5 \text{ counts})$ (DF<0.1)	$\pm(10\% + 100/Cx + 5 \text{ counts})$ (DF<0.1)	after short cal.
100μF	99.99μF	$\pm(1\% + 5 \text{ counts})$ (DF<0.1)	$\pm(2\% + 100/Cx + 5 \text{ counts})$ (DF<0.1)	after short cal.
10μF	9.999μF	$\pm(0.7\% + 3 \text{ counts})$ (DF<0.5)	$\pm(0.7\% + 100/Cx + 5 \text{ counts})$ (DF<0.5)	—
1000nF	999.9nF	$\pm(0.7\% + 3 \text{ counts})$ (DF<0.5)	$\pm(0.7\% + 100/Cx + 5 \text{ counts})$ (DF<0.5)	—
100nF	99.99nF	$\pm(0.7\% + 3 \text{ counts})$ (DF<0.5)	$\pm(0.7\% + 100/Cx + 5 \text{ counts})$ (DF<0.5)	—
10nF	9.999nF	$\pm(0.7\% + 5 \text{ counts})$ (DF<0.5)	$\pm(0.7\% + 100/Cx + 5 \text{ counts})$ (DF<0.5)	after open cal.
		$\pm(1\% + 5 \text{ counts})$	$\pm(2\% + 100/Cx + 5 \text{ counts})$	after

Notes:

1. Q Value is the reciprocal of DF
2. This specification is based on the measurement performed at the test socket.
3. Dut & Test lead to be properly shielded to GND (DC “-”) if necessary.
- *4. This reading can be extended to 1999 MAX display with accuracy not specified.
- *5. Cx= Counts of displayed C value. e.g. C=88.88μF than Cx=8888.

Inductance

Test Freq. 120Hz

Range	Max Display	Accuracy		Specified Note
		Lx* (DF<0.5)	DF (DF<0.5)	
10000H	9999H	*Note 4	*Note 4	—
1000H	999.9H	$\pm[1\% + (Lx/10000)\%$ +5 counts]	$\pm(2\% + 100/Lx$ +5 counts)	after open cal.
100H	99.99H	$\pm[0.7\% + (Lx/10000)\%$ +5 counts]	$\pm(1.2\% + 100/Lx$ +5 counts)	—
10H	9.999H	$\pm[0.7\% + (Lx/10000)\%$ +5 counts]	$\pm(1.2\% + 100/Lx$ +5 counts)	—
1H	999.9mH	$\pm[0.7\% + (Lx/10000)\%$ +5 counts]	$\pm(1.2\% + 100/Lx$ +5 counts)	—
100mH	99.99mH	$\pm[1\% + (Lx/10000)\%$ +5 counts]	$\pm(3\% + 100/Lx$ +5 counts)	after short cal.
10mH	9.999mH	$\pm[2\% + (Lx/10000)\%$ +5 counts]	$\pm(10\% + 100/Lx$ +5 counts)	after short cal.

Test Freq. 1kHz

Range	Max Display	Accuracy		Specified Note
		Lx* (DF<0.5)	DF (DF<0.5)	
1000H	999.9H	*Note 4	*Note 4	—
100H	99.99H	$\pm[1\% + (Lx/10000)\%$ +5 counts]	$\pm(1.2\% + 100/Lx$ +5counts)	after open cal.
10H	9.999H	$\pm[0.7\% + (Lx/10000)\%$ +5 counts]	$\pm(1.2\% + 100/Lx$ +5counts)	—
1H	999.9mH	$\pm[0.7\% + (Lx/10000)\%$ +5 counts]	$\pm(1.2\% + 100/Lx$ +5counts)	—
100H	99.99mH	$\pm[0.7\% + (Lx/10000)\%$ +5 counts]	$\pm(1.2\% + 100/Lx$ +5counts)	—
10mH	9.999mH	$\pm[1.2\% + (Lx/10000)\%$ +5 counts]	$\pm(5\% + 100/Lx$ +5counts)	after short cal.
1mH	999.9μH	$\pm[2\% + (Lx/10000)\%$ +5 counts]	$\pm(10\% + 100/Lx$ +5counts)	after short cal.

Notes:

1. Q Value is the reciprocal of DF
2. This specification is based on the measurement performed at the test socket.
3. Dut & Test lead to be properly shielded to GND (DC “-”) if necessary.
- *4. Not specified.
- *5. Lx= counts of displayed L value. e.g. L=88.88H, then Lx=8888.

Annexe 2 : Incertitudes de mesure du multimètre MTX 3283

Mesures de résistance

MTX 3282
MTX 3283

Gamme	Précision	Résolution	Protection
1000 Ω	0,1 % + 8D	10 m Ω	1000 Veff.
10 k Ω	0,07 % + 8D	100 m Ω	
100 k Ω		1 Ω	
1000 k Ω		10 Ω	
10 M Ω	0,5 % + 8D	100 Ω	
50 M Ω	2 % + 8D	1 k Ω	

Mesures de fréquence

*Fréquence tension ou
courant en parallèle
(fonction secondaire)*

MTX 3281
MTX 3282
MTX 3283

Vous mesurez la fréquence et la grandeur d'une tension ou d'un courant.

Gamme	Précision	Résolution	Surcharge admissible
0,8 à 10 Hz	0,02 % + 8D	0,0001 Hz	1450 Vcc (1 min max.) sur gamme 500 mV
10 à 100 Hz		0,001 Hz	
100 à 1000 Hz		0,01 Hz	
1000 à 10 kHz		0,1 Hz	
10 à 100 kHz		1 Hz	
100 à 200 kHz		10 Hz	

Mesures d'intensité

MTX 3282
MTX 3283

Calibre	Impédance d'entrée	Résolution	Protection	Précision				
				45 Hz à 1 kHz	1 kHz à 4 kHz	4 kHz à 20 kHz	20 à 50 kHz	
1000 µA	env. 170 Ω	10 nA	11 A 20A < 30s	0,5% ± 40D	1% ± 30D	5% ± 30D	-	
10 mA	env. 17 Ω	0,1 µA		0,3% ± 30D	1,5% ± 30D	3% ± 30D	5% ± 30D	
100 mA	env. 1,7 Ω	1 µA					-	
1000 mA	env. 0,17Ω	10 µA		1,5% ± 30D	2% ± 30D			
10 A	env. 0,03 Ω	100 µA		2,5% ± 30D				
100 A (**)	(*)	1000 µA						