



Royaume du Maroc

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

OFFICE DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE ET DE LA PROMOTION DU TRAVAIL

MODULE 03
Circuits Électriques
Solutionnaires

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : www.marocetude.com
Pour cela visiter notre site www.marocetude.com et choisissez la rubrique : [MODULES ISTA](#)

Première Année

*Programme de Formation des Techniciens Spécialisés
en Électronique*

DIRECTION DE LA RECHERCHE ET INGENIERIE DE LA FORMATION

Novembre 1995

CIRCUITS ÉLECTRIQUES

SOLUTIONS

TECCART INTERNATIONAL 2000 inc.

3155, boul. Hochelaga,
Montréal, Québec (Canada)
H1W 1G4

RÉDACTION

André Beauregard

DESSINS ET CONCEPTION GRAPHIQUE

Rémi Gaudreau

RÉVISION TECHNIQUE

Pierre Asselin & Rémi Gaudreau

RÉVISION LINGUISTIQUE

François Gaudreau

COMMISSION DE VALIDATION

Formateurs de l'OFPPPT

Les droits de reproduction et de diffusion de ce document sont cédés par Teccart International 2000 inc. à l'Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail du Royaume du Maroc, pour sa propre utilisation au Maroc.

Mis à part l'OFPPPT, toute reproduction, en tout ou en partie, par quelque procédé que ce soit, est interdite.

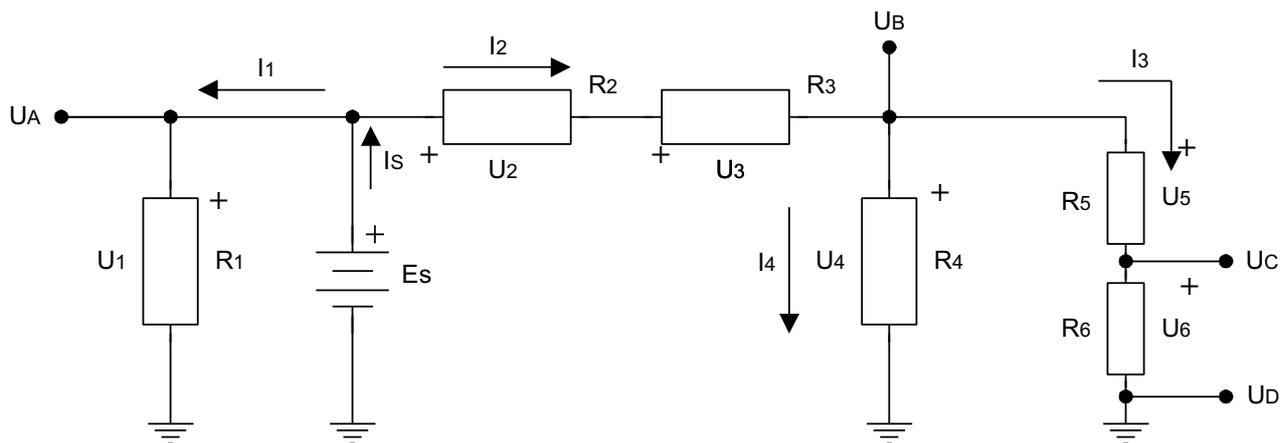
TABLE DES MATIÈRES

Ex1. Examen Théorique #1	1
Ex2. Examen Pratique #1	4
Ex3. Examen Théorique #2 (final)	5
Ex4. Examen Pratique #2 (final)	7
Ex5. TP1 Codification, ... des résistances	8
Ex6. TP2 Loi des tensions de Kirchhoff	9
Ex7. TP3 Loi des courants de Kirchhoff	10
Ex8. TP4 Loi d'Ohm et de Joule	11
Ex9. TP5 Réseaux série et parallèle	12
Ex10. TP6 Réseau mixte et résistance variable	14
Ex11. TP7 Oscilloscope, gén.....	17
Ex12. TP8 Condensateurs et bobines en C.C.....	18
Ex13. TP9 Réseaux RC en régime impulsionnel	22
Ex14. TP10 Études des réseaux alternatifs	23
Ex15. TP11 Les filtres passifs	26
Ex16. Résumé de Théorie #1 :Circuits résistifs.....	28
Ex17. Résumé de Théorie #2 : Circuit RC	33
Ex18. Résumé de Théorie #3 : Circuits RL.....	36
Ex19. Résumé de Théorie #4 : Circuits RLC.....	37

Ex1. Examen Théorique #1

#1

- a) 5 branches
 b) 3 noeuds
 c)



- d) $U_1 = 30V$
 $U_2 = 8V$
 $U_4 = 12V$
 $I_2 = 28mA$
 $I_4 = 23mA$
 $U_A = 30V$
 $U_B = 12V$
 $U_C = 7V$
 $U_D = 0V$
- e) $U_{A-C} = 23V$
- f) I_3 va augmenter car la résistance totale du circuit va diminuer.

#2

$$i_C = i_B / 4$$

selon Kirchhoff : $i_S = i_C + i_B$

$$i_B = i_E + i_F$$

$$i_E + i_F + i_C = i_S$$

d'où $i_C = 20\text{mA}$

$$i_B = 80\text{mA}$$

$$i_E = 70\text{mA}$$

#3

a) $U_{R2} = U_a - U_c = 3\text{V}$

b) $U_{R1} = 3\text{V}$

c) $U_b = 7\text{V}$

d) $P_{R1} = 3^2 / R_1 \text{ W}$

e) $E_{TH} = 3\text{V}$

$$R_{TH} = ((R_1 + R_3) // R_2 // R_4) + R_5$$

#4

a) rouge

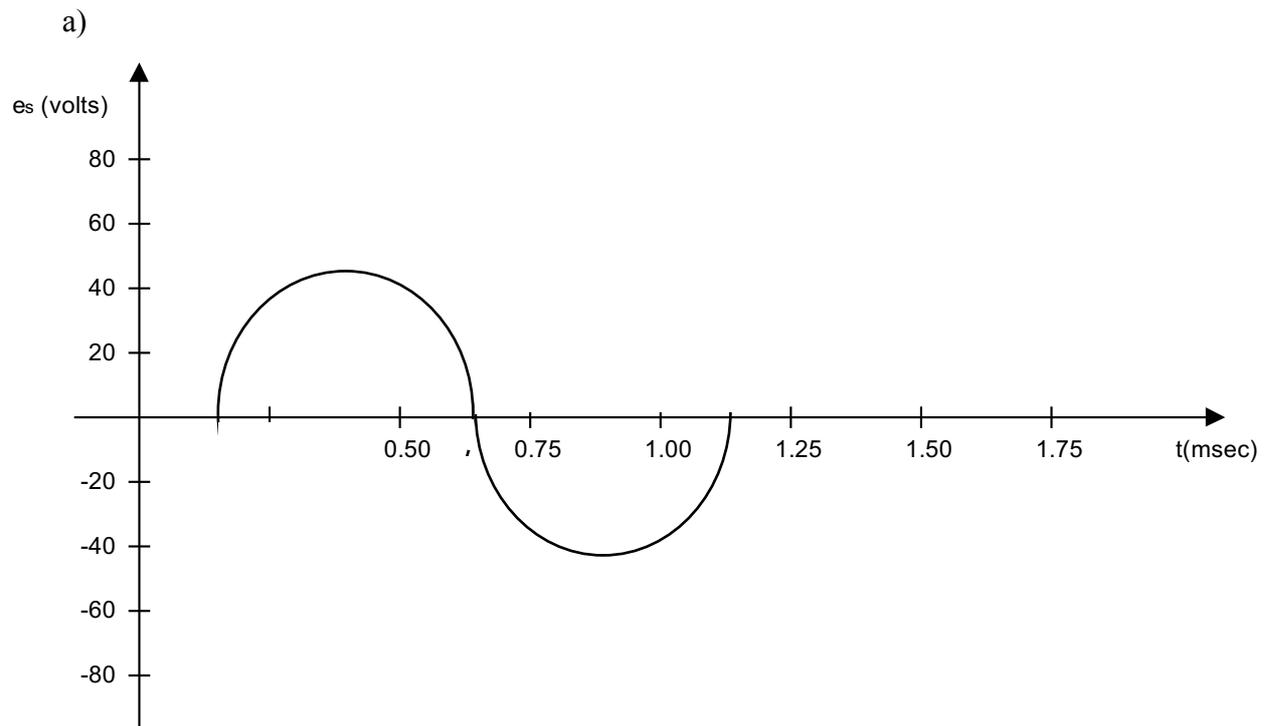
b) diagramme schématique

c) plus fort (car sa résistance est plus faible)

d) degrés, radians

e) la somme vectorielle, courts-circuits

#5



- b) 1kHz
c) $e_{S\ C-C} = 80V$ $e_{S\ eff.} = 28,28V$
d) $e_S = 28,28V \angle 0^\circ$
e) avance

Ex2. Examen Pratique #1

#1

c)

MESURES DE TENSIONS PAR RAPPORT A COMMUN				
	A	B	C	D
MESURES	7,34V	0V	15V	0V

d) $U_{R1} = 7,66V$ e) $U_{R2} = 7,34V$

#2

b)

MESURES AVEC UNE SOURCE ALTERNATIVE				
Paramètre	$U_{R1} \text{ càc}$	$U_A \text{ càc}$	$i_{R3} \text{ càc}$	$i_{TOTAL} \text{ càc}$
Mesures	5,1V	4,90V	597,6uA	1,09mA

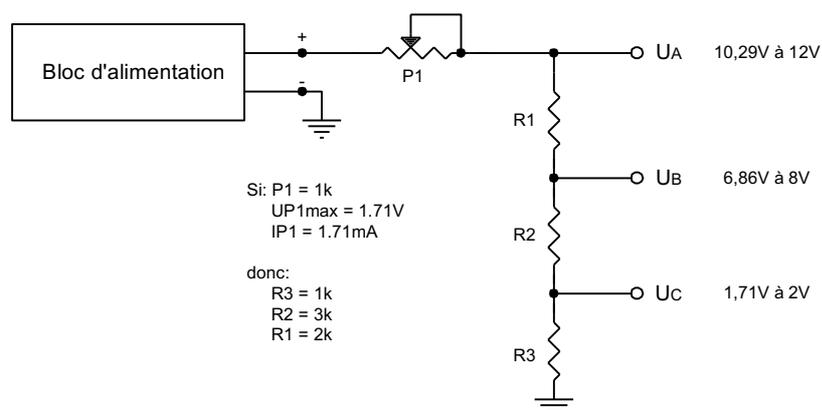
c)

Réponse: un multimètre (voltmètre)

d)

Réponse: $U_{R1\text{-eff}} = 1,80V$

#3



Ex3. Examen Théorique #2 (final)

#1

b) $T = 1 / f = 28,6 \text{ nsec.}$

#2

b) $f = 42 / 6 = 7 \text{ Hz}$

#3

c) $x \text{ radians} = 60^\circ * (\pi / 180^\circ) = \pi/3 \text{ radians}$

#4

a) $\theta = 50^\circ - (-20^\circ + 90^\circ) = -20^\circ$

#5

a) $X_L = 50k3 \Omega \angle 90^\circ$

#6

d) $f = 1,93 \text{ Hz}$

#7

b) $X_C = 8,84 \Omega \angle -90^\circ$

#8

a) $I_C = 100V / 2,5 \Omega = 40A$ $i_C = 40A \sin(\omega t + 90^\circ)$

#9

b) $1250 \angle 37^\circ$

#10

b) $Z_T = 100 - j200 = 224\Omega \angle -63,4^\circ$ $i_T = e_S / Z_T = 447 \text{ mA} \angle 63,4^\circ$

#11

b) $U_L = e_S * X_L / Z_T = 35,4 \angle 90^\circ$

#12

a) $I_T = e_S / Z_T = 566 \text{ mA} \angle 45^\circ$

#13

c) $Z_T = 10 + j20 - j30 = 14,14\Omega \angle -45^\circ$

#14

c) $I_T = e_S / Z_T = 1,41 \text{ A} \angle 45^\circ$

#15

b) $X_C = 159\Omega \angle -90^\circ$

#16

d) $U_R \text{ en c.c.} = 0V \text{ à cause du condensateur.} \quad U_R \text{ en c.a.} = 20V \angle 0^\circ$

#17

b) $U_R = 105,79 \angle -45,15^\circ$

#18

d)

#19

a) passe-bas $f_C = 1,592 \text{ Mhz}$

#20

pour un circuit série ou parallèle il faut que $LC = 2,533 * 10^{-12}$,
 mais $Q_S = X_L / R$ donc $R = 31\,416 * L$ pour le circuit série,
 alors que $Q_P = R / X_L$ donc $R = 12,56 * 10^6 L$ pour le circuit parallèle.

#21

c) $U_C = (5 * 10^{-3}) * 10 / (25 * 10^{-6}) = 2 \text{ kV}$

#22

a) $\tau = RC = 400 \text{ msec}$

#23

b) 20 V

#24

a) $15 \text{ V} = 20 - (20 - 0) * e^{-t/400 \text{ msec}}$ $t = -(400 * 10^{-3}) * \ln(5 / 20) = 554,52 \text{ msec.}$

#25

d) $16 * 6 / 8 = 12 \text{ V}$

#26

b) $C_T = 20 \mu\text{F}$

#27

le rapport RC du circuit doit être 10 fois supérieur au PW de l'onde
 donc $RC > 10 * 70 \mu\text{sec}$

#28

$R_{th} = 5 \text{ k}\Omega$

$E_{th \text{ c.c.}} = 6,25 \text{ V}$

$E_{th \text{ c.a.}} = 1,125 \text{ V}_{\text{eff}}$

Ex4. Examen Pratique #2 (final)

Circuit A. Le stagiaire doit monter et rendre fonctionnel un filtre passe-haut dont la seule contrainte est $RC = 79,58$ μ sec. Il faudra donc vérifier que le rapport U_o / e_{in} est égal à 0,707 à la fréquence de coupure.

Circuit B. Le stagiaire doit monter et rendre fonctionnel un filtre passe-bande dont la seule contrainte est $LC = 50,04$ pico.

Avec $L = 0,5$ mH $C = 100$ nF

Il faudra donc vérifier que le rapport U_o / e_{in} est maximal à la fréquence de résonnance.

Circuit C. Un intégrateur permettra d'obtenir la valeur moyenne. Il faudra avoir un rapport RC du circuit 10 fois supérieur au PW de l'onde

donc $RC > 10 * 300\mu$ sec

Ex5. TP1 Codification, ... des résistances

1.4.3 Le code à quatre bandes

EXERCICES: Donnez la valeur nominale et la tolérance des résistances ainsi codées:

1. Brun-Noir-Rouge-Argent = **1 k** ± **10 %**
2. Rouge-Rouge-Or-Or = **2.2** ± **5 %**
3. Jaune-Violet-Noir-Or = **47** ± **5 %**
4. Rouge-Noir-Vert-Or = **2M** ± **5 %**

Donnez le code de couleurs des résistances suivantes:

5. 1 k ± 5 % = Brun - Noir - Rouge - Or
6. 220 R ± 10 % = Rouge - Rouge - Brun - Argent
7. 0R22 ± 5 % = Rouge - Rouge - Argent - Or
8. 680 k ± 10 % = Bleu - Gris - Jaune - Argent

1.5.1 Familiarisation avec la troisième bande

- | | | | |
|--------|-------|---------|--------|
| 1 k = | Rouge | 100 k = | Jaune |
| 2M2 = | Vert | 33 k = | Orange |
| 220R = | Brun | 47R = | Noir |

1.5.2 Identification à l'aide du code des couleurs

EXERCICE: Pour chacune des résistances suivantes:

- a) donnez le code de couleurs;
- 10R = Brun - Noir - Noir - Or
- 100R = Brun - Noir - Brun - Or
- 1k = Brun - Noir - Rouge - Or
- 10k = Brun - Noir - Orange - Or
- 100k = Brun - Noir - Jaune - Or
- 1M = Brun - Noir - Vert - Or
- 220R = Rouge - Rouge - Brun - Or
- 4k7 = Jaune - Violet - Rouge - Or
- 51k = Vert - Brun - Orange - Or

Qu'avez-vous constaté pour les six premières résistances de cette liste? (Qu'est-ce qui est constant? Qu'est-ce qui change?)

Les 2 premières bandes sont identiques. Seule la 3^e change.

Ex6. TP2 Loi des tensions de Kirchhoff

2.5.1 La loi des tensions de kirchhoff

"Dans une boucle fermée, la somme des montées de potentiel est égale à la somme des chutes de potentiel."

Cet énoncé est **VRAI** (vrai/faux).

2.5.3 Montage du circuit

R1 = Brun - Noir - Rouge

R2 = Orange - Orange - Rouge

R3 = Rouge - Rouge - Rouge

2.5.4 Les mesures de tensions

Quelle relation peut-on établir entre la valeur ohmique de chacune des résistances et l'amplitude de la tension chutée par chacune d'elles?

V_R est proportionnelle à R .

Quelle relation peut-on établir entre la tension de source et les tensions chutées par les résistances? $E_S = V_{R_1} + V_{R_2} + V_{R_3}$

De façon intuitive, quelle relation peut-on établir entre le courant total débité par la source et le courant circulant dans R1, R2 et R3? **C'est le même.**

2.6.2 Analyse qualitative (Circuit ouvert)

b) diminuera

b) diminuera

b) diminuera

Non. B sera de 10 volts et B₁ de 0 volt.

2.7.2 Analyse qualitative (Court-circuit)

c) augmentera

b) diminuera

c) augmentera

Oui.

Non. Pas dans R₂.

Ex7. TP3 Loi des courants de Kirchhoff

3.3.1 Montage duc circuit

Donnez le code des couleurs de:

R1: Brun - Noir - Rouge

R2: Orange - Orange - Rouge

R3: Rouge - Rouge - Rouge

3.4 L'analyse des résultats

Vous avez, à l'étape précédente, vérifié l'exactitude du sens des courants indiqués sur le circuit. Expliquez pourquoi le sens des débits est tel qu'indiqué.

À cause de la polarité de la source de tension de 15 volts.

Quelle relation peut-on établir entre la valeur ohmique de R2 et R3 et l'intensité du courant dans chacune d'elles?

C'est inversement proportionnel.

Quelle relation peut-on établir entre la tension chutée par R2 et la tension chutée par R3?

C'est la même.

3.5.2 Analyse qualitative (Circuit ouvert)

- b) diminuera
- b) diminuera
- c) augmentera

La différence de potentiel entre A et A1 (mesure en différentiel) est-elle la même que celle aux bornes de R3? Expliquez votre affirmation. **Oui, $V_{A-A_1} = V_{R_3}$.**

3.5.3 Les mesures

Pourquoi la tension aux bornes de R2 est-elle nulle tandis que la tension aux bornes R3 est non nulle? **Il n'y a pas de courant circulant dans R2.**

3.6.2 Analyse qualitative (Court-circuit)

- b) diminuera
- c) augmentera
- c) augmentera

Le potentiel C par rapport à commun est-il le même qu'aux bornes de R2? Expliquez votre affirmation. **Oui, $U_{R_2} = U_C$.**

Ex8. TP4 Loi d'Ohm et de Joule

4.2.3 La vérification de la loi d'ohm

		Tableau 4-1					
		Courant	5 V	10 V	15 V	20 V	30 V
22 k	Mesurée	théorique	0,227*	0,455	0,682	0,909	1,363
		mesuré					
10 k		théorique	0,500	1	1,5	2	3
		mesuré					
6k8		théorique	0,735	1,47	2,21	2,94	4,41
		mesuré					
3k3		théorique	1,52	3,03	4,55	6,06	9,09
		mesuré					
1k		théorique	5	10	15	20	30
		mesuré					

*Toutes les mesures de courant sont données en mA.

Que vous révèle le tableau 4-1 ?

I est proportionnel à V et I est inversement proportionnel à R.

4.3 Considérations pratiques sur la puissance

Tableau 4-2 : Puissance dissipée par la résistance de 1 k					
TENSION	5 V	10 V	15 V	20 V	30 V
PUISSANCE	25 mW	100 mW	225 mW	400 mW	900 mW

Que vous révèle le tableau 4-2?

$$P = V^2/R.$$

Quelle est la puissance nominale de la résistance de 1 k?

$$1/2 \text{ W.}$$

Que constatez-vous quant à la puissance dissipée sous une tension de 20 V par rapport à 10 V?

À 20 volts, la puissance est 4 fois supérieure ($P = V^2/R$).

Que constatez-vous quant à la puissance dissipée sous une tension de 30 V par rapport à 10 V?

À 30 V, la puissance est 9 fois supérieure ($P = V^2/R$).

4.3.1 Traçage de la fonction de transfert d'une résistance

Est-ce que cette fonction est linéaire?

Oui. Quant le courant double c'est parce que la tension double.

4.3.2

Est-ce que cette fonction est linéaire?

Non.

Ex9. TP5 Réseaux série et parallèle

5.2.1 Comparaison théorie vs pratique (Le réseau série)

Tableau 5-1

	R_T	U_{R1}	U_{R2}	U_{R3}	I_T	I_{R1}	I_{R2}	I_{R3}
THÉORIE	11k6	8,79V	1,94V	4,27V	1,29mA	1,29mA	1,29mA	1,29mA
MESURES								

Tableau 5-2

	U_A	U_B	U_C
THÉORIE	15 V	6,21 V	4,27 V
MESURES			

Comment branche-t-on un voltmètre dans un circuit pour faire une lecture en différentiel?

Aux bornes du composant.

Comment branche-t-on un voltmètre dans un circuit afin de faire une lecture par rapport à commun?

Une sonde d'un côté du composant et l'autre à la masse.

Comment branche-t-on un ampèremètre dans un circuit?

En série avec la branche où l'on veut mesurer le courant.

Qu'est-ce qui caractérise un réseau série sur le plan de la résistance totale?

e) a et c sont de bonnes réponses

Qu'est-ce qui caractérise un réseau série sur le plan du courant?

e) a et d sont de bonnes réponses

Qu'est-ce qui caractérise un réseau série sur le plan de la tension?

f) b et d sont de bonnes réponses

Quelle relation peut-on établir entre la valeur ohmique de chacune des résistances et la tension chutée par chacune d'elles?

U_R est proportionnelle à R .

5.2.2 L1 et L2 sont des ampoules ...

$$R_1 = 144 \, \Omega \qquad R_2 = 360 \, \Omega$$

$$I = 238 \, \text{mA} \text{ donc } U_{L1} = 34 \, \text{V} \text{ et } U_{L2} = 86 \, \text{V}$$

$$\text{alors } P_{L1} = 8 \, \text{W} \qquad P_{L2} = 20 \, \text{W}$$

donc L_2 illuminera le plus fort.

5.3.1 Comparaison théorie vs pratique (Le réseau parallèle)

MODE	R_T	U_{R1}	U_{R2}	U_{R3}	I_T	I_{R1}	I_{R2}	I_{R3}
THÉORIE	1k23	15V	15V	15V	12,2mA	2,2mA	3,2mA	6,8mA
MESURES								

Qu'est-ce qui caractérise un réseau parallèle sur le plan de la résistance totale?

f) b et c sont de bonnes réponses.

Qu'est-ce qui caractérise un réseau parallèle sur le plan du courant?

f) b et c sont de bonnes réponses.

Qu'est-ce qui caractérise un réseau parallèle sur le plan de la tension?

a) la tension est la même partout ($E = U_{R1} = \dots = U_{Rn}$)

Quelle relation peut-on établir entre la valeur ohmique de chacune des résistances et le courant circulant dans chacune d'elles?

Ils sont inversement proportionnels.

5.3.2 L1 et L2 sont des ampoules ...

Celle de 100 W puisqu'on lui applique sa tension nominale de 120 V.

Ex10. TP6 Réseau mixte et résistance variable

6.2.1 Comparaison théorie vs pratique (un réseau simple)

Tableau 6-1

MODE	R _T	U _{R1}	U _{R2}	U _{R3}	I _T	I _{R1}	I _{R2}	I _{R3}
THÉORIE	2k7	3,7V	6,3V	6,3V	3,7mA	3,7mA	2,9mA	0,8mA
MESURES								

En vous basant sur les valeurs mesurées apparaissant au tableau 6-1, donnez les deux équations littérales des boucles de Kirchhoff comprenant la source pour ensuite les résoudre quantitativement.

$$E = U_{R1} + U_{R2} = 3,7 \text{ V} + 6,3 \text{ V} = 10 \text{ V}$$

$$E = U_{R1} + U_{R3} = 3,7 \text{ V} + 6,3 \text{ V} = 10 \text{ V}$$

Quelle relation pouvez-vous établir entre la tension au point A et la différence de potentiel aux bornes de R2 et R3? Expliquez votre réponse.

$$U_A = U_{R2} = U_{R3}$$

Tableau 6-2

P totale	PR1	PR2	PR3
37 mW	13,69 mW	18,27 mW	5,04 mW

Qu'est-ce qui caractérise un réseau série-parallèle sur le plan de la résistance totale?

- c) **une combinaison de a et b, laquelle combinaison varie d'un réseau série-parallèle à l'autre**

Qu'est-ce qui caractérise un réseau série-parallèle sur le plan du courant?

- c) **parfois a, parfois b, cela dépend de la branche du réseau série-parallèle qui est sous analyse**

Qu'est-ce qui caractérise un réseau série-parallèle sur le plan de la tension?

- c) **parfois a, parfois b, cela dépend de la branche du réseau série-parallèle qui est sous analyse**

6.3.1 Comparaison théorie vs pratique (un réseau plus élaboré)

		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	TOTAL
R	THÉO	1k	6k8	4k7	100R	22k	47R	3k3	1k66
	MES								
U	THÉO	3,97V	11,03V	11,03V	0,5V	14,3V	0,2V	14,5V	15V
	MES								
I	THÉO	3,97mA	1,62mA	2,35mA	5,05mA	650uA	650uA	4,4mA	9,02mA
	MES								

6.4.5 Exploration sommaire (la résistance variable)

Qu'est-ce qui se produit si vous déplacez le curseur?

Rien.

Que constatez-vous au point de vue de la valeur ohmique du potentiomètre par rapport au sens de rotation et de sa progression?

La valeur ohmique change.

D'après le test précédent, ces potentiomètres sont-ils linéaires ou logarithmiques? Justifiez votre réponse.

Linéaires.

Répétez l'expérience précédente entre les bornes 2 et 3.

Même phénomène que précédemment

6.5.2 Expérimentation (le montage en rhéostat)

Pour quelle position du curseur sur la figure 4-10 l'intensité lumineuse est-elle maximale?

a) **à gauche**

Pour quelle position du curseur sur la figure 4-10 l'intensité lumineuse est-elle minimale?

b) **à droite**

Est-on capable d'éteindre complètement la DEL avec ce circuit?

b) **non**

Si vous remplacez le potentiomètre de 500R par un autre de 5k, est-ce que la DEL va pouvoir être éteinte complètement? Dites pourquoi.

Possiblement, car la résistance totale augmentant, le courant sera très faible et donc peut être pas suffisant pour allumer une DEL.

6.6.2 Expérimentation (le montage en potentiomètre)

Pour quelle position du curseur sur la figure 4-13 l'intensité lumineuse est-elle maximale?

a) **en haut**

Pour quelle position du curseur sur la figure 4-13 l'intensité lumineuse est-elle maximale?

b) **en bas**

Est-on capable d'éteindre complètement la DEL avec ce circuit?

a) **oui**

Ex11. TP7 Oscilloscope, gén....

7.7.2 Manipulations en courant continu

Branchez une source de 4 volts en courant continu sur le canal 1 de l'oscilloscope et déplacez le commutateur AC GND DC de la position GND à DC.

La trace s'est déplacée vers le haut de combien de carrés?

2

En branchant maintenant une source de -4 volts en courant continu, que constatez-vous?

Déplacement aussi de 2 carrés mais vers le bas (sous la ligne de point commun).

7.7.3 Manipulations en courant alternatif

Mesurez sa période à l'oscilloscope.

Période de l'onde = **1 msec.**

Trouvez la tension crête-à-crête maximale de votre générateur de fonctions.

$e_{c-à-c}$ max. = **20 V (modèle GF-87/EV)**

Trouvez la tension crête-à-crête minimale de votre générateur de fonctions.

$e_{c-à-c}$ min. = **5 mV (modèle GF-87/EV)**

Trouvez la fréquence maximale de votre générateur de fonctions.

Fréquence max. = **2 MHz (modèle GF-87/EV)**

Quelle est l'utilité du bouton -xdB sur le générateur de fonctions?

Atténuer le signal à la sortie du générateur de xdB. Très utile pour obtenir une précision de faibles amplitudes

Ex12. TP8 Condensateurs et bobines en C.C.

8.2.3 Évaluation formative

Donnez la valeur nominale du condensateur ainsi que le pourcentage de tolérance pour chacun des codes suivants.

- 1.. 101 M = 100 pF \pm 20 %
2. 33 Z = 33 pF + 80 % - 20 %
3. .01 Z = 0.01 μ F + 80 % - 20 %
4. 470 = 47 pF
5. 472 = 4.7 nF
6. .22 J = 0.22 μ F \pm 5 %
7. 3300 \pm 5 % = 3300 μ F \pm 5 %

8.4.1 Analyse théorique du circuit de charge (le régime transitoire de charge du condensateur)

$$\tau_{\text{charge}} = R_{\text{charge}} * C1 = 20 \text{ k} * 1000 \mu\text{F} = 20 \text{ secondes}$$

$$\tau_{\text{décharge}} = R_{\text{lim}} * C1 = 10 \Omega * 1000 \mu\text{F} = 10 \text{ msec.}$$

Théoriquement, la charge complète du condensateur nécessite combien de constantes τ ?

Réponse: **5 τ**

Appliqué au cas précis du circuit de la figure 8-1, combien de secondes s'écouleront avant que l'on considère la charge de C1 comme étant complète?

Réponse: **100 sec.**

Théoriquement, la décharge complète du condensateur nécessite combien de constantes τ ?

Réponse: **5 τ**

Appliqué au cas précis du circuit de la figure 3-1, combien de secondes s'écouleront avant que l'on considère la décharge de C1 comme étant complète?

Réponse: **50 msec.**

Expliquez brièvement et en vos propres mots le rôle de la résistance de 10R dite Rlim.

Elle permet de limiter le courant fourni par le condensateur et qui traversera l'interrupteur.

8.4.2 Analyse pratique du circuit de charge

Quelle relation pouvez-vous établir entre la tension U_{C1} et la tension $U_{R_{\text{charge}}}$?

Réponse: $U_{C1} + U_{R_{\text{charge}}} = 10 \text{ V}$

La variation de tension aux bornes du condensateur est-elle linéaire? Si votre réponse est non, de quelle type est-elle?

Non, logarithmique.

Calculez la constante de temps τ en vous basant sur le graphique de la charge du condensateur.

$\tau =$ **environ 20 sec.**

Comment vous y êtes-vous pris?

**Après 1 constante de temps, on atteint 63 % de la tension finale (10 V).
Donc, graphiquement à 6,3 V, on est à τ .**

Qu'est-ce qui caractérise le comportement du condensateur après 5τ de charge?

b) circuit ouvert

Faites passer la tension de source de 10V à 20V et fermez l'interrupteur. Chronométrez la charge du condensateur et prenez note de la tension U_{C1} après 100 secondes de charge.

$U_{C1} (t = 100 \text{ s}) =$ **environ 20 V**

Que constatez-vous?

La constante de temps n'a pas changé.

Le fait d'avoir doublé la tension de source a-t-il altéré le temps de charge du condensateur?

Réponse = **non**

Le temps nécessaire (la constante) à la charge complète d'un condensateur est-il indépendant ou dépendant de la tension vers laquelle il tend? Justifiez votre réponse.

Indépendant, il dépend de R et C.

Calculez théoriquement le temps nécessaire pour que le condensateur atteigne 7 volts:

$$t = RC \ln \left(\frac{E_f - E_o}{E_f - U_C} \right) = 20 * \ln \left(\frac{10}{3} \right) = 24 \text{ sec.}$$

Comparez votre résultats avec une évaluation graphique. Que constatez-vous?

Cela devrait donner à peu près le même résultat.

8.5.1 Analyse théorique du circuit de décharge (le régime transitoire de décharge du condensateur)

τ charge = **10 msec.**

τ décharge = **20 sec.**

Théoriquement, la décharge complète du condensateur nécessite combien de constantes τ ? Réponse: **5 τ .**

Appliqué au cas précis du circuit de la figure 8-2, combien de secondes s'écouleront avant que l'on considère la décharge de C1 comme étant complète?

Réponse: **100 sec.**

Théoriquement, la charge complète du condensateur nécessite combien de constantes τ ?

Réponse: **5 τ**

Appliqué au cas précis du circuit de la figure 8-2, combien de secondes s'écouleront avant que l'on considère la charge de C1 comme étant complète?

Réponse: **50 msec.**

Expliquez brièvement et en vos propres mots le rôle de la résistance de 10R dite Rlim.

Ici, elle limite le courant de charge du condensateur et évite de court-circuiter la source à $t = 0$.

8.5.2 Analyse pratique du circuit de décharge

Quelle relation pouvez-vous établir entre la tension U_{C1} et la tension $U_{R\text{décharge}}$?

$$U_{C1} = U_{R\text{décharge}}$$

La variation de tension aux bornes du condensateur est-elle linéaire? Si votre réponse est non, de quel type est-elle?

Non, logarithmique.

Calculez la constante de temps τ en vous basant sur le graphique de la décharge du condensateur.

$\tau =$ environ 20 sec.

Comment vous y êtes-vous pris?

**Après 1 constante de temps, on atteint 37 % de la tension initiale (10 V ici).
Donc, graphiquement à 3,7 V on est à τ .**

Chronométrez la décharge du condensateur et prenez note de la tension U_{C1} après 100 secondes de décharge.

$U_{C1} (t = 100 \text{ s}) =$ environ 0 V.

Que constatez-vous?

La constante de temps n'a pas changé.

Le fait d'avoir doublé la tension de source a-t-il altéré le temps de décharge du condensateur?

Réponse = **non.**

Le temps nécessaire (la constante) à la décharge complète d'un condensateur est-il indépendant ou dépendant de la tension à ses bornes au début du phénomène de décharge? Justifiez votre réponse.

Indépendant, il dépend de R et C.

8.6.1 En parallèle

À $\tau = 0$ sec., ouvrez SW et chronométrez la charge des condensateurs. Prenez note du temps nécessaire pour que la tension au point A atteigne 6.32 V. Ce temps est égal à τ .

$\tau =$ environ 40 sec.

Quelle relation pouvez-vous établir entre cette constante de temps et celle où la capacité était de 1000 μ F seulement? **C'est le double.**

Que concluez-vous quant à la valeur totale du condensateur formé de C1 en parallèle avec C2? **$C_{TOTAL} = C_1 + C_2$**

8.6.2 En série

À $\tau = 0$ sec., ouvrez SW et chronométrez la décharge du condensateur. Prenez note du temps nécessaire pour que la tension au point A diminue jusqu'à 3.68V. Ce temps correspond à τ . **$\tau = 10$ sec.**

Quelle relation pouvez-vous établir entre cette constante de temps et celle où la capacité était de 1000 μ F? **C'est la moitié.**

Que concluez-vous quant à la valeur totale du condensateur formé de C1 en série avec C2?

$$C_{TOTAL} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

La constante de temps est-elle dépendante ou indépendante de la valeur du condensateur? Justifiez votre réponse.

Elle est dépendante, les deux dernières expériences l'ont prouvé.

Ex13. TP9 Réseaux RC en régime impulsionnel

9.2 L'onde carrée et le générateur de fonctions

Faites varier la tension continue (DC OFFSET) superposée au signal de sortie et inscrivez ce que vous voyez sur l'oscilloscope et sur le multimètre.

La valeur numérique sur le multimètre devrait varier et la trace à l'écran de l'oscilloscope devrait se déplacer de haut en bas.

Ajustez le décalage de l'onde de sorte que celle-ci oscille entre 0 et 5 V.

- 1- Quel est le coefficient d'utilisation de cette onde? **50 %**.
- 2- Quelle est la tension moyenne de cette onde? **2,5 V**.

9.4.1 Rappel: la constante de temps RC

On estime qu'un condensateur a atteint sa valeur de tension maximale à ses bornes après 5 constantes de temps.

$$\tau = R \times C = 1 \text{ k}\Omega \times 0,1 \text{ }\mu\text{F} = 100 \text{ }\mu\text{sec.}$$

Le condensateur sera donc chargé après **500 μsec** .

9.4.2 L'intégrateur

On dit qu'un réseau RC monté en intégrateur sert à faire la moyenne du signal qui lui est appliqué. Faites les étapes suivantes et constatez de vous-mêmes.

Quelle est la constante de temps de ce circuit? **4,7 msec**.

Est-ce que $\tau > PW$? **PW = 500 μsec ., donc OUI**

Ajustez le coefficient d'utilisation de U_{in} à 25 % en maintenant la fréquence à 1 kHz. Prenez à nouveau les formes d'onde à U_{out} comme précédemment.

Quel est le travail effectué par un intégrateur?

Ici PW = 250 μsec ., donc τ est encore plus supérieur que précédemment. L'intégrateur devrait donner de meilleurs résultats.

9.4.3 Le différentiateur #1

Changez le condensateur pour un 0.01 μF . Décrivez ce que vous voyez à la sortie.

Les résultats devraient être meilleurs (plus près de la théorie) qu'avec un condensateur de 0,1 μF car τ est encore plus petit que PW.

9.4.4 Le différentiateur #2

Que vaudront maintenant:

U_{out} moy.: **5 volts** U_{out} max.: **10 volts** U_{out} min.: **0 volt**

À quoi sert un réseau différentiateur?

À détecter les fronts montants et descendants d'une onde rectangulaire.

Ex14. TP10 Études des réseaux alternatifs

10.3 Étude d'un circuit résistif

Vérifiez la loi des tension de Kirchhoff pour le circuit de la figure 10-2.

$$e_s = u_{R_1} + u_{R_2}$$

$$4V_{c-c} \angle 0^\circ = 2,38V_{c-c} \angle 0^\circ + 1,62V_{c-c} \angle 0^\circ$$

Quelle relation y a-t-il entre la phase du courant de source et les tensions mesurées aux bornes de R_1 et R_2 ?

Ils sont en phase.

10.4 Étude d'un circuit RC

Calculez, à l'aide des valeurs *théoriques*, la capacitance (X_C) du condensateur ainsi que l'impédance totale (Z_{TOT}) du circuit et le courant fourni par la source.

Tableau 10-1	
X_C	$= 1,592 \text{ k}\Omega \angle -90^\circ$
Z_{TOT}	$= 2,187 \text{ k}\Omega \angle -46,7^\circ$
I_s	$= 1,829 \text{ mA}_{c-c} \angle +46,7^\circ$
F_P	$= \cos(46,7^\circ) = 0,686$

10.4.1 Questions:

Vérifiez la loi des tensions de Kirchhoff pour le circuit de la figure 10-3.

$$e_s = u_{R_1} + U_{C_1}$$

(valeurs théoriques)

(valeurs pratiques obtenues)

$$4V_{c-c} \angle 0^\circ = 2,74V_{c-c} \angle 46,7^\circ + 2,91V_{c-c} \angle -43,3^\circ$$

$$4V_{c-c} \angle 0^\circ = 2,6V_{c-c} \angle 43^\circ + 2,8V_{c-c} \angle -43^\circ$$

Quelle relation y a-t-il entre la phase du courant de source et les tensions mesurées aux bornes de R_1 et C_1 ?

i_s est en phase avec u_{R_1} mais i_s est en avance de 90° sur u_{C_1} .

10.5 Étude d'un circuit RL

Calculez, à l'aide des valeurs *théoriques*, la capacitance (X_L) de la bobine ainsi que l'impédance totale (Z_{TOT}) du circuit et le courant fourni par la source.

Tableau 10-2	
X_L	= 7,54 k Ω $\angle 90^\circ$ 6
Z_{TOT}	= 8,88 k Ω $\angle 58^\circ$ 7
I_s	= 450 μA_{c-c} $\angle -58^\circ$ 8
F_p	= $\cos(-58^\circ) = 0,530$

10.5.1 Questions

À l'aide des valeurs *mesurées*, vérifiez la loi des tensions de Kirchhoff pour le circuit de la figure 10-4.

$$e_s = u_{R_1} + U_{L_1}$$

(valeurs théoriques)

$$4V_{c-c} \angle 0^\circ = 2,12V_{c-c} \angle -58^\circ + 3,39V_{c-c} \angle 32^\circ$$

Quelle relation y a-t-il entre la phase du courant de source et les tensions mesurées aux bornes de R_1 et L_1 ?

i_s est en phase avec u_{R_1} mais i_s est en retard de 90° sur u_{L_1} .

10.6.1 Étude théorique (RLC série)

Calculez vos tensions et votre courant théoriques et exprimez vos résultats (vecteurs de Fresnel) en valeurs c-a-c et RMS.

Calculs:

$$X_{L_1} = 502,65 \Omega \angle 90^\circ$$

$$X_{C_1} = 795,77 \Omega \angle -90^\circ$$

$$Z_{TOT} = R_1 + Y_{L_1} + X_{C_1} = (330 - j293)\Omega$$

$$i_s = \frac{e_s}{Z_{TOT}}$$

Tableau 10-3 Valeurs Théoriques

	U_R	U_L	U_C	I_s
c-a-c	2,24 V	3,41 V	5,40 V	6,78 mA
RMS	0,791 V	1,20 V	1,91 V	2,397 mA
phase	41,6°	131,6°	-48,4°	41,6°

10.7.1 Étude théorique (RLC série)

Calculez vos tensions et votre courant théoriques et exprimez vos résultats en valeurs c-a-c et RMS.

Calculs:

$$X_{L_i} = 502,65 \Omega \angle 90^\circ$$

$$X_{C_i} = 795,77 \Omega \angle -90^\circ$$

$$Z_{TOT} = R_i + \left(\frac{I}{\frac{I}{X_{L_i}} + \frac{I}{X_{C_i}}} \right) = (330 + j1365) \Omega$$

$$i_s = \frac{e_s}{Z_{TOT}}$$

$$u_{L_i} = u_{C_i} = e_s - u_{R_i}$$

Tableau 10-5 Valeurs théoriques

	U_R	U_L	U_C	I_s
c-a-c	0,943 V	3,89 V	3,89 V	2,86 mA
RMS	0,333 V	1,36 V	1,36 V	1,01 mA
phase	-76,4°	13,6°	13,6°	-76,4°

Ex15. TP11 Les filtres passifs

11.2 Mesure de déphasage

Tableau 11-1	
	Angle de déphasage
Expérimentation #1 $e_{in} = 3$ kHz	58°
Expérimentation #2 $e_{in} = 13$ kHz	-18°

Calculs théoriques

Expérimentation # 1

$$X_{C1} = 530,5 \Omega \angle -90^\circ$$

$$Z_{TOT} = 624,78 \Omega \angle -58^\circ$$

$$i_s = 3,20 \text{ mA}_{c-c} \angle 58^\circ$$

Expérimentation #2

$$X_{L1} = 326,73 \Omega \angle 90^\circ$$

$$Z_{TOT} = 1,05 \text{ k}\Omega \angle 18^\circ$$

$$i_s = 1,90 \text{ mA}_{c-c} \angle -18^\circ$$

11.3.1 Notions fondamentales

Complétez les espaces blancs:

+6 dB	=>	2 * e_{in}	+20 dB	=>	10 * e_{in}
-6 dB	=>	0,5 * e_{in}	-20 dB	=>	0,1 * e_{in}
+12 dB	=>	4 * e_{in}	+40 dB	=>	100 * e_{in}
-12 dB	=>	1/4 * e_{in}	-40 dB	=>	0,01 * e_{in}
+18 dB	=>	8 * e_{in}	+60 dB	=>	1000 * e_{in}
19 dB	=>	9 * e_{in}	100 dB	=>	10 ⁵ * e_{in}

11.4 Diagramme de bode

Le circuit de la figure 11-1 est un filtre **passé-haut** ayant une fréquence de coupure de **4,82 kHz**. La pente d'atténuation est de **-20 dB** par décade et de **-6 dB** par octave.

Le circuit de la figure 11-2 est un filtre **passé-bas** ayant une fréquence de coupure de **39,8 kHz**. La pente d'atténuation est de **-20 dB** par décade et de **-6 dB** par octave.

Le circuit de la figure 11-3 est un filtre **passé-bande** ayant une fréquence de résonance de **16,97 kHz**.

Le circuit de la figure 11-4 est un filtre **coupe-bande** ayant une fréquence de résonance de **16,97 kHz**.

11.5 Conclusion

Complétez les espaces blancs

Figure 11-1, plus R_1 augmente plus F_c **diminue**.

Figure 11-2, plus R_2 augmente plus F_c **augmente**.

Figure 11-3, plus R_3 augmente plus Q **augmente** et F_r **ne change pas**.

Figure 11-4, plus R_4 augmente plus Q **augmente** et F_r **ne change pas**.

Ex16. Résumé de Théorie #1 :Circuits résistifs...**1.8 Exercices**

#1

$$R = (17,2 * 10^{-9} \Omega\text{-m}) * (139 \text{ m}) / (0,5 * 10^{-4} \text{ m}^2) = 47,816 \text{ m}\Omega$$

#2

Piles

Génératrices à combustible ou hydroélectrique (turbines)

#3

$$U_1 = 20 \text{ volts} \quad U_3 = 0 \text{ volt}$$

#4

$$U_A = 8 \text{ volts} \quad U_B = 20 \text{ volts} \quad U_C = 12 \text{ volts}$$

#5

avec le symbole  représentant une mise à la terre.

#6

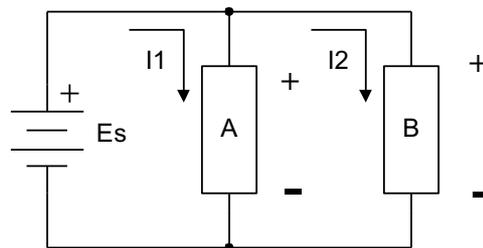


Figure 1-19 Exercice

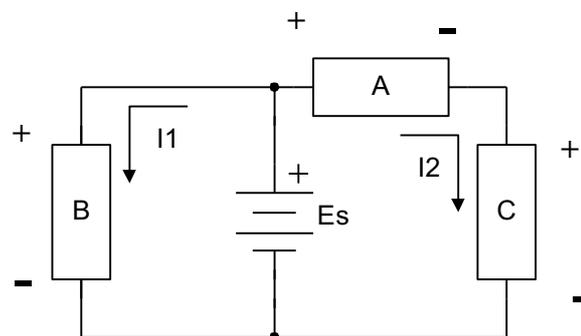


Figure 1-20 Exercice

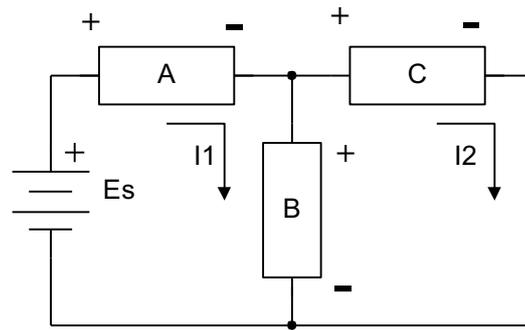


Figure 1-21 Exercise

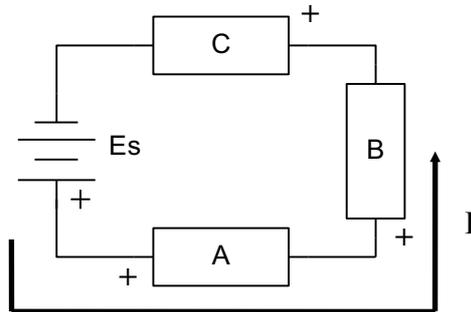


Figure 1-22 Exercise

#7

- | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|
| a) | Orange | Orange | Rouge | Or |
| b) | Vert | Bleu | Brun | Argent |
| c) | Bleu | Gris | Or | Argent |
| d) | Orange | Orange | Argent | Argent |
| e) | Orange | Bleu | Vert | Argent |

#8

- | | | | |
|----|---------------------------------|----|--------------------------------|
| a) | $2,2 \text{ K}\Omega \pm 10 \%$ | b) | $1,2 \text{ K}\Omega \pm 5 \%$ |
| c) | $43 \text{ K}\Omega \pm 10 \%$ | d) | $9,1 \text{ M}\Omega \pm 5 \%$ |

#9

Le cuivre; c'est d'ailleurs pourquoi sa conductivité relative est de 100%.

#10

Le papier paraffiné qui possède la plus haute rigidité diélectrique.

#11

- | | | | |
|-------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Figure 1-23 | $U_{ab} = -23 \text{ V}$ | | |
| Figure 1-24 | $U_{ab} = 23 \text{ V}$ | $U_{dc} = 23 \text{ V}$ | $U_{ef} = -10 \text{ V}$ |
| Figure 1-25 | $U_{ab} = -13 \text{ V}$ | | |
| Figure 1-26 | $U_{ab} = 0 \text{ V}$ | $U_{gh} = -8 \text{ V}$ | |

#12

Figure 1-27 $I_4 = 10 \text{ A}$ en direction du noeud

Figure 1-28 $I_3 = 16 \text{ A}$ vers le noeud

$I_4 = 9 \text{ A}$ vers la droite

#13

Figure 1-29

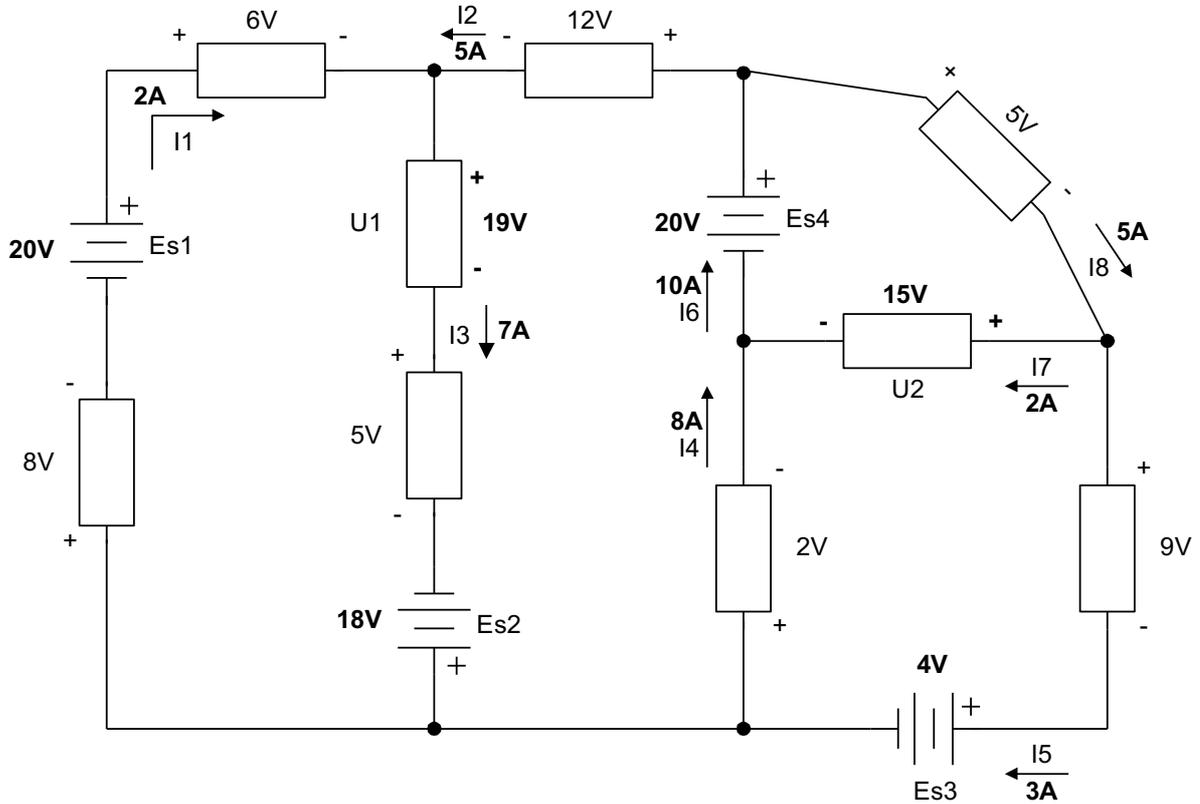
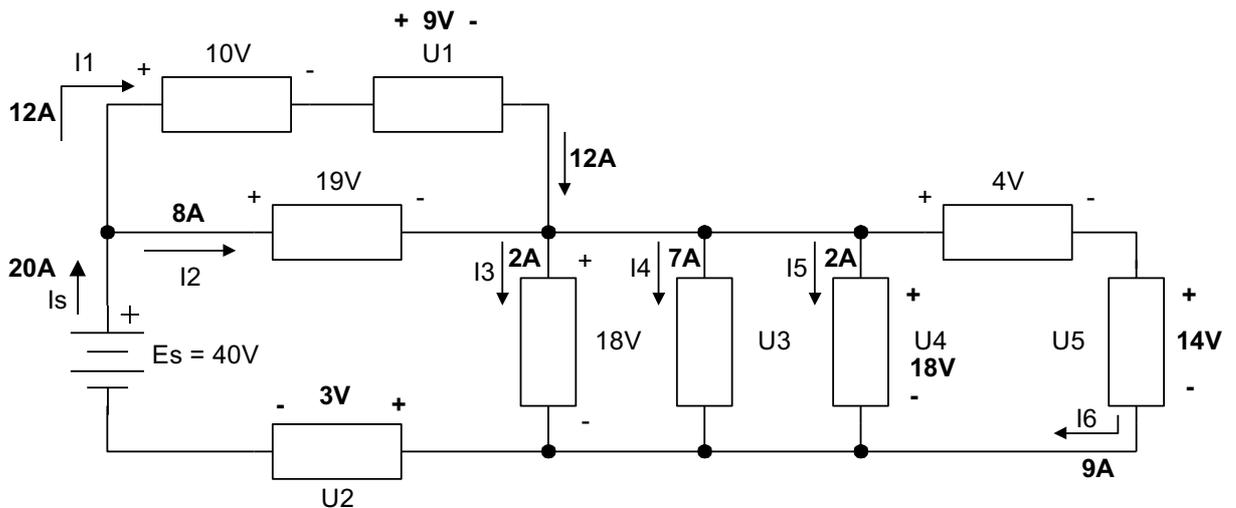


Figure 1-30



#14

Figure 1-29

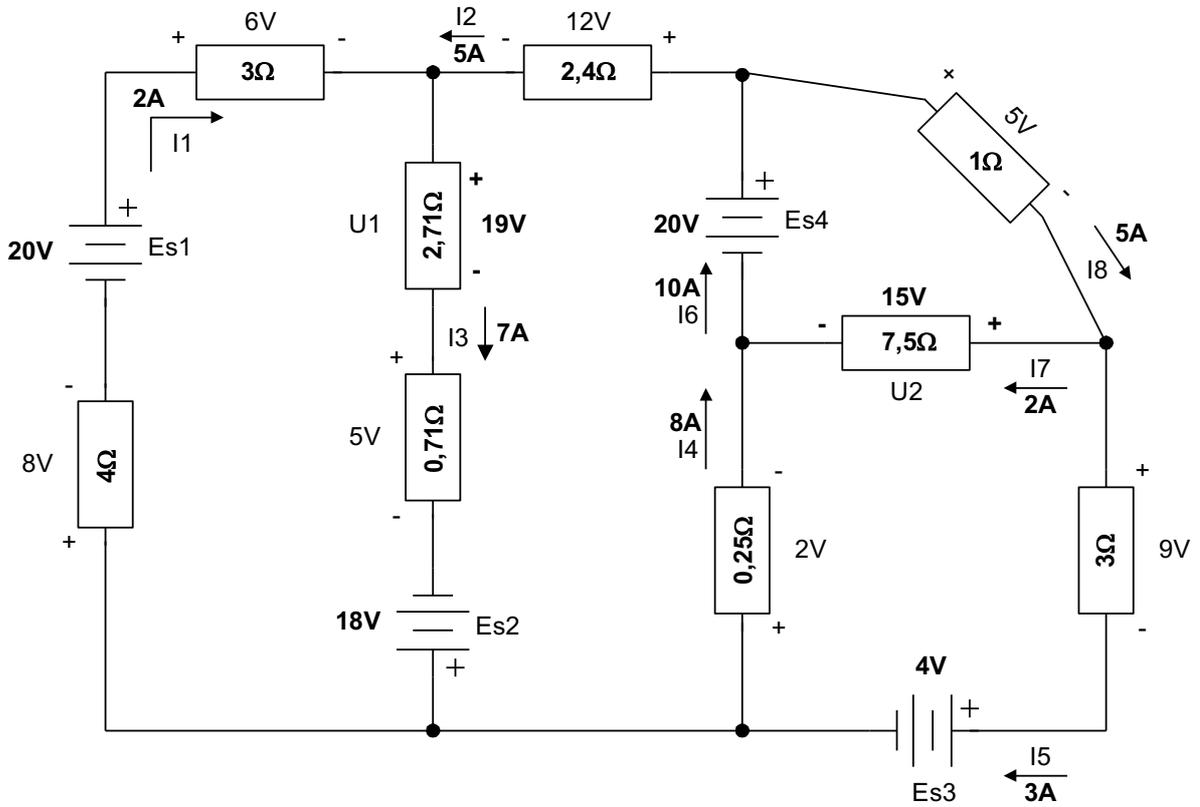
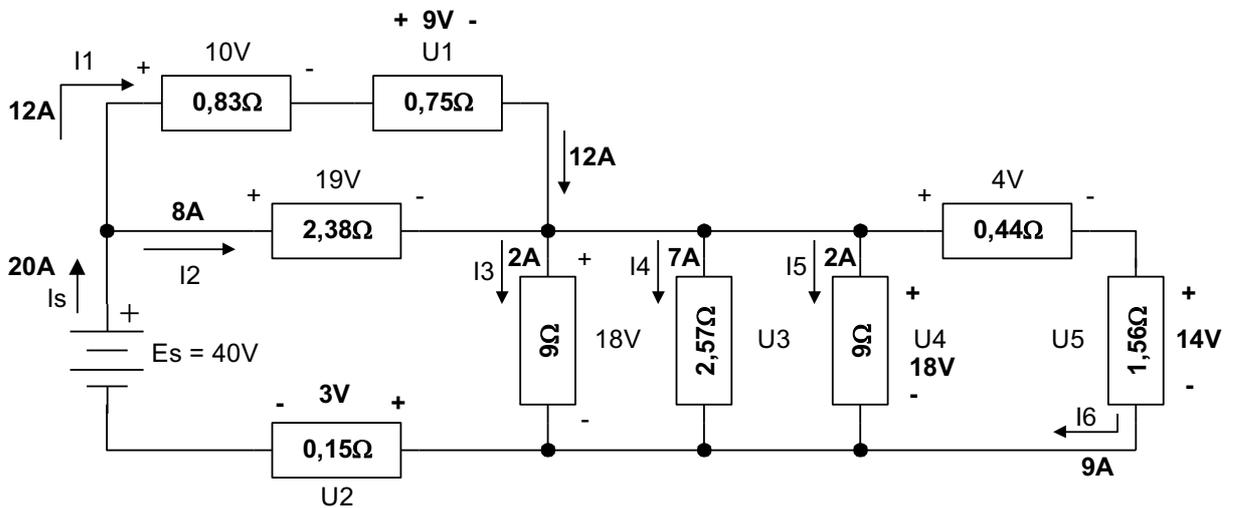


Figure 1-30



#15

24Ω

#16

$29,33 \text{ A}$

#17

$289,47 \Omega$

#18

Figure 1-31

$U_1 = 2 \text{ V}$

$R_2 = 500 \Omega$

$U_3 = 1 \text{ V}$

$R_4 = 850 \Omega$

$U_4 = 17 \text{ V}$

Figure 1-32

$I_3 = 133,33 \text{ mA}$

$I_S = 433,33 \text{ mA}$

$E_S = 20 \text{ V}$

$R_1 = 200 \Omega$

Figure 1-33

$I_S = 15 \text{ mA}$

$U_1 = 1,5 \text{ V}$

$I_1 = 5 \text{ mA}$

$R_2 = 20 \text{ K}\Omega$

$R_3 = 3,7 \text{ K}\Omega$

$R_4 = 11,85 \text{ K}\Omega$

$U_4 = 118,5 \text{ V}$

$I_3 = 0 \text{ A}$

$U_5 = 0 \text{ V}$

$U_{ab} = 118,5 \text{ V}$

#19

$P_T = 1,8 \text{ W}$

$P_4 = 1,185 \text{ W}$

$P_1 = 22,5 \text{ mW}$

$P_5 = 0 \text{ W}$

$P_2 = 500 \text{ mW}$

$P_3 = 92,5 \text{ mW}$

#20

24 KW

#21

$R = 32 \Omega$

$E = 120 \text{ V}$

#22

a) $I_S = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$

b) $R_T = 199,8 \Omega$

c) $I_S = 100 \text{ mA}$

d) $U_5 = 19 \text{ V}$

e) $U_7 = 15,83 \text{ V}$

f) $I_1 = 35,19 \text{ mA}$

g) $P_6 = 100 \text{ mW}$

h) $P_T = 2 \text{ W}$

#23

La puissance totale va augmenter car la résistance totale diminue.

Ex17. Résumé de Théorie #2 : Circuit RC**2.7 Exercices**

#1

$$U_C \text{ final} = 2,002 \text{ KVolts}$$

#2

$$1000 \text{ mF}$$

#3

$$\tau = 400 \text{ msec.}$$

- a) 20 V
- b) 19 V
- c) 554,5 msec.
- d) 600 msec.
- e) 6,23 V

#4

- a) 4,17 μF
- b) 70 pF
- c) 205,9 pF

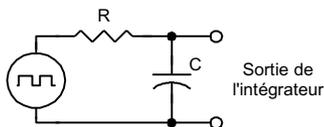
#5

On doit choisir R et C pour que le produit RC soit environ 10 fois supérieur à la largeur d'impulsion (PW).

$$\begin{aligned} PW &= 0,7 * (1 / (12 * 10^3 \text{ Hz})) \\ &= 58,33 \text{ usec} \end{aligned}$$

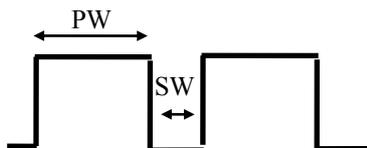
$$RC = 10 * PW = 583,33 \text{ usec}$$

$$\text{avec } C = 1 \text{ uF et } R = 583,33 \Omega$$



#6

- a) $e_{in} \text{ max} = 20\text{V}$
- b) $T = 60 \text{ usec}$
- c) $PW = 40\text{usec}$
- d) $SW = 60 \text{ usec} - 40\text{usec} = 20 \text{ usec}$
- e) $\text{coeff.util.} = 66,67\%$
- f) $e_{in} \text{ moy.} = 20\text{V} * 0,667 = 13,33\text{V}$
- g)



- h) $RC \text{ maximale} = 40\text{usec} / 10 = 4\text{usec}$
donc $C \text{ max} = 4 \text{ nF}$ pour une R de $1\text{k} \Omega$

#7

$$X_c = 15,91 \text{ k}\Omega \angle -90^\circ$$

#8

$$Z_T = (1\,000 - j\,79,58) \Omega \text{ ou } 1,003 \text{ k}\Omega \angle -4,5^\circ$$

#9

$$f_c = 1 / (2 \pi RC) = 1 / (2\pi \times 1\text{k}\Omega \times 0.02\mu\text{F}) = 7.96\text{KHz}$$

#10

$$U_o = 0.707 \times V_{in} = 0.707 \times 10\text{V} = 7.07 \text{ volts}$$

$$A_v(\text{dB}) = -3\text{dB} \text{ (toujours à } f_c).$$

$$\angle U_o = -45^\circ \text{ (toujours à } f_c).$$

#11

$$\text{à } f_c/10: U_o = 10 \text{ V.}$$

$$A_v(\text{dB}) = 0\text{dB}$$

$$\angle U_o = -5.7^\circ$$

$$\text{à } f_c/2: U_o = 8.9 \text{ V}$$

$$A_v(\text{dB}) = -1\text{dB}$$

$$\angle U_o = -27^\circ$$

$$\text{à } 2f_c: U_o = 4.5 \text{ V}$$

$$A_v(\text{dB}) = -7\text{dB}$$

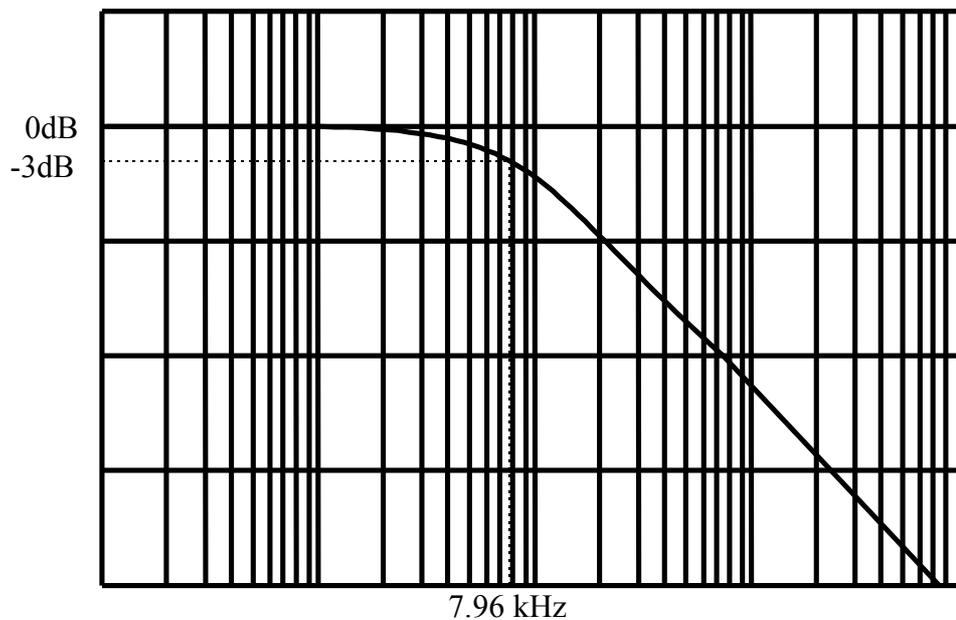
$$\angle U_o = -63.4^\circ$$

$$\text{à } 10 f_c: U_o = 1 \text{ volt}$$

$$A_v(\text{dB}) = -20\text{dB}$$

$$\angle U_o = -84.3^\circ$$

#12



#13

$$f_c = 1 / (2\pi \times R_{th} \times C)$$

$$\text{où } R_{th} = 2K2 // 1K = 688\Omega$$

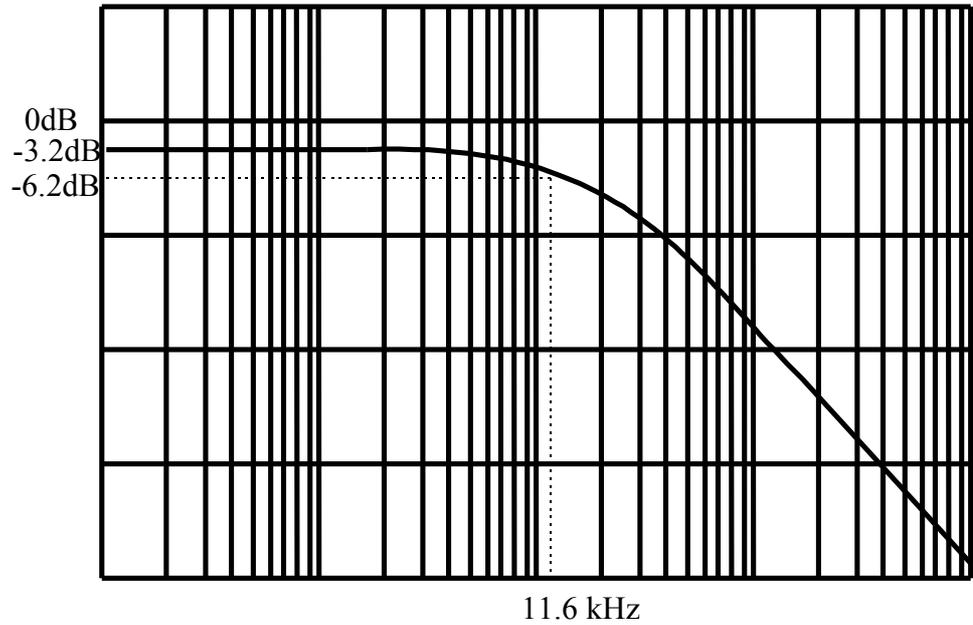
$$f_c = 1 / (2\pi \times 688\Omega \times 0,02\mu F) = 11.6 \text{ kHz}$$

#14

$$E_{th} = (10V \times 2k2) / (2k2 + 1k) = 6.88 \text{ volts}$$

$$E_{th} / e_{in} \text{ (dB)} = 20 \log (6.88 / 10) = -3.2\text{dB}$$

#15



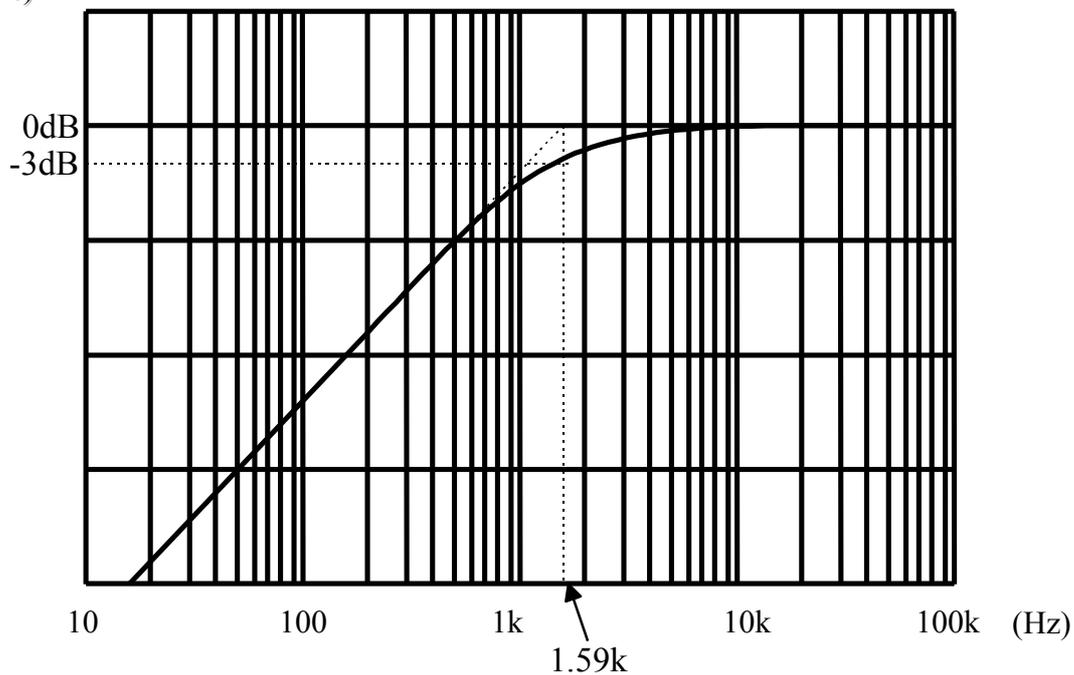
Ex18. Résumé de Théorie #3 : Circuits RL....**3.8 Exercices**

#1

- a) 23
- μ
- H b) 52,91 nH c) 493 nH

#2

- a) 628,32 Ω
 b) $f_c = R/(2\pi L) = 1k / (2\pi \times 100mH) = 1.59kHz$
 c)



- d) $E_{th} = (10V \times 4k7) / (4k7 + 1k) = 8.25V$
 $f_c = R_{th} / (2\pi L)$ où $R_{th} = 1k / 4k7 = 825\Omega$
 $f_c = 825\Omega / (2\pi \times 100mH) = 1.31kHz$
 $E_{th} / e_{in} (dB) = 20 \log (8.25V / 10V) = -1.67dB$

#3

$$i_L = 9,33 \text{ A } \angle -56^\circ$$

#4

$$u_R = 35,36 \text{ V } \angle 0^\circ$$

#5

$$Z_T = (500 + j 1005,3) \Omega$$

$$U_L = 196,98V \angle 26,44^\circ$$

Ex19. Résumé de Théorie #4 : Circuits RLC...**4.5 Exercices**

#1

- a) $f_R = 1 / (2 \pi \sqrt{LC}) = 15,9 \text{ kHz}$
 b) $X_C = X_L = 2\pi \times 15,9 \text{ kHz} \times 100 \text{ mH} = 10 \text{ k}\Omega$
 c) $Q_s = X_L / R = 10 \text{ k}\Omega / 500 \Omega = 20$
 d) $BW = f_r / Q_s = 15,9 \text{ kHz} / 20 = 795 \text{ Hz}$
 e) $f_2 = 15,9 \text{ kHz} + 795 \text{ Hz} / 2 = 16,3 \text{ kHz}$
 $f_1 = 15,9 \text{ kHz} - 795 \text{ Hz} / 2 = 15,5 \text{ kHz}$
 f) à f_1 et à f_2 , $U_o = 0,707 \times 10 \text{ V} = 7,07 \text{ V}$
 à f_r $U_o = e_{in} = 10 \text{ V}$

#2

- a) $Q_s = X_L / R \Rightarrow X_L = Q_s \times R$
 $X_L = 1 \times 8 \Omega = 8 \Omega$
 b) $L = X_L / (2\pi f) = 8 \Omega / (2\pi \times 3 \text{ kHz}) = 424 \mu\text{H}$
 c) $C = 1 / (4\pi^2 f^2 L) = 1 / (4\pi^2 \times 3 \text{ k}^2 \times 424 \mu\text{H}) = 6,63 \mu\text{F}$
 ou
 $C = 1 / (2\pi f X_C) = 1 / (2\pi \times 3 \text{ k} \times 8 \Omega) = 6,63 \mu\text{F}$

#3

- a) $f_r = 2,91 \text{ MHz}$
 b) $X_C = X_L = 2\pi \times 2,91 \text{ MHz} \times 30 \mu\text{H} = 547 \Omega$
 c) $Q_s = X_L / R = 547 \Omega / 50 \Omega = 10,9$
 d) largeur de bande = $f_r / Q_s = 2,91 \text{ MHz} / 10,9 = 267 \text{ kHz}$
 e) $f_1 = 2,91 \text{ MHz} - 267 \text{ kHz} / 2 = 2,78 \text{ MHz}$
 $f_2 = 2,91 \text{ MHz} + 267 \text{ kHz} / 2 = 3,04 \text{ MHz}$
 f) à f_1 et à f_2 : $V_o = 1 \text{ mV} \times 0,707 = 707 \mu\text{V}$
 à f_r : $U_o = 1 \text{ mV} \times 0,1 \Omega / (50 \Omega + 0,1 \Omega) = 2 \mu\text{V}$
 $A_v \text{ dB} = 20 \log (2 \mu\text{V} / 1 \text{ mV}) = -54 \text{ dB}$

#4

$$f_r = > L = 1 / (4\pi^2 f_r^2 C)$$

$$L = 1 / (4\pi^2 \times 4.5\text{MHz}^2 \times 27\text{pF}) = 46.3\mu\text{H}$$

#5

a) passe-bas

$$f_c = 1 / (2\pi \times 1\text{k}\Omega \times 0.2\mu\text{F}) = 796\text{Hz}$$

b) passe-haut

$$R_{th} = 1\text{k}\Omega // 4\text{k}7\Omega = 825\Omega$$

$$L = X_L / (2\pi f) = 825\Omega / (2\pi \times 3\text{kHz}) = 43.7\text{mH}$$

c) coupe-bande

$$f_r = 11.3\text{kHz}$$

d) coupe-bande

$$C = 1 / (4\pi^2 f_r^2 L) = 1 / (4\pi^2 \times 2\text{MHz}^2 \times 100\text{mH}) = 63\text{pF}$$

e) coupe-bande

$$f_r = 5.03\text{kHz}$$

f) passe-bande

$$f_r = 310\text{kHz}$$