

Table des matières

Première partie

Leçon 1

Electricité	pages 1-2
Electromagnétisme	page 3

Leçon 2

Les résistances et la loi d'Ohm	pages 6-7
Le code des couleurs	pages 7-8

Leçon 3

La résistivité	page 9
Le diviseur de tension	page 10
Le pont de WHEATSTONE	page 11

Leçon 4

Fréquence, période et longueur d'onde	pages 13-14
Association de générateurs	page 15
Résistance interne des générateurs	pages 15-16

Leçon 5

Les condensateurs	page 19
Associations de capacités	pages 19-20
Différents types de condensateurs	page 21

Leçon 6

Le condensateur en AC	pages 22-23-24
Constante de temps RC	pages 25-26

Leçon 7

Les inductances	pages 29-30-31-32
-----------------	-------------------

Leçon 8

Les inductances en AC	pages 33-34
Impédance, inductance et nombre de spires	page 35

Leçon 9

Les transformateurs	pages 37-38
Les transformateurs et le rapport d'impédance	page 38

Leçon 10

Le galvanomètre à cadre mobile	page 41
L'ampèremètre et le shunt	page 41-42
Le voltmètre	pages 43-44
Le voltmètre électronique	page 44

Leçon 11

Les circuits RLC	page 45-46
Les filtres RC	pages 47-48

Cours de Radio-électronique F5UAM

Leçon 12

Le décibel

page 50-51

Rapport Signal / Bruit

page 52

Leçon 13

Les composants actifs : les diodes

page 53

Le dopage

page 54

Polarisation des diodes

page 55-56

Leçon 14

Le redressement

page 57

Leçon 15

Le transistor bipolaire

pages 59-60-61-62

Le transistor à effet de champ

pages 63-64

Leçon 16

Les amplificateurs opérationnels

pages 66-67-68

Fin de la première partie

page 70

Cours de Radio-électronique F5UAM

Deuxième partie

Leçon 17

Les circuits résonnants LC	page 71
Les filtres LC	pages 72-73
Les oscillateurs	pages 73-74-75
Le synthétiseur de fréquence	page 76

Leçon 18

Les mélangeurs	pages 78-79
----------------	-------------

Leçon 19

Les synoptiques	pages 81-82
-----------------	-------------

Leçon 20

Les différents types de modulation :	
La CW	page 84
L'AM	pages 85-86
La CW en AM	page 87
La SSB	pages 87-88
La FM	pages 89-90
La FSK	page 90
Appellations et abréviations	page 91

Leçon 21

Les émetteurs :	
L'émetteur CW	page 93
L'émetteur AM	page 93
L'émetteur SSB	page 94
L'émetteur FM	page 95

Leçon 22

Les différentes classes d'amplification :	
La classe A	pages 96-97
Les classes B et AB	pages 97-98
La classe C	pages 98-99

Leçon 23

Les récepteurs :	
Le récepteur AM	page 100
Le récepteur superhétérodyne	page 101
La fréquence image	page 102
Le double changement de fréquence	page 102
La Commande Automatique de Gain (CAG)	page 102
Les différents systèmes de détection	page 103

Cours de Radio-électronique F5UAM

Leçon 24

Les antennes et les lignes de transmission :

L'antenne isotrope

page 105

Le doublet $\frac{1}{2}$ onde

pages 105-106

Le doublet $\frac{1}{2}$ onde replié

page 106

L'antenne $\frac{1}{4}$ d'onde verticale

pages 106-107

L'antenne YAGY

page 107

Les lignes de transmission

page 108

Ondes stationnaires

page 109

Ondes directes et réfléchies

page 109

R.O.S. et T.O.S.

pages 109-110

La ligne $\frac{1}{4}$ d'onde

page 110

La ligne $\frac{1}{2}$ onde

page 111

Fin de la deuxième partie

page 111

Recueil de formules

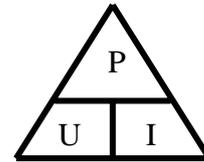
Quantité d'électricité ayant circulé dans un conducteur :

$Q = I \cdot t$ avec Q en Coulombs, I en Ampères, t en Secondes
 Mais aussi : $1 \text{ Ah} = 3600 \text{ Coulombs}$ et $1 \text{ Wh} = 1 \text{ Ampère} \times 1 \text{ Volt} \times 1 \text{ Heure}$

(-----)

Puissance électrique :

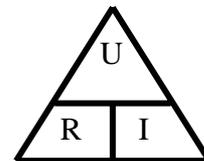
$P = U \times I$ $I = P / U$ $U = P / I$
 Avec : P en Watts U en Volts I en Ampères



(-----)

Loi d'Ohm :

$U = R \times I$ $R = U / I$ $I = U / R$
 Avec : U en Volts R en Ohms (Ω) I en ampères



(-----)

Relation entre : Puissance / Résistance / Tension et courant :

$P = R \times I^2$ $P = U^2 / R$ $I = \sqrt{P / R}$ $U = \sqrt{P \times R}$

(-----)

Résistances en série :

$R \text{ équivalente} = R1 + R2 + Rn$

(-----)

Résistances en parallèle :

a) x R de même valeur :

$$R \text{ équivalente} = \frac{\text{Valeur d'une R}}{\text{Nombre}}$$

b) 2 R de valeurs # :

$$R \text{ équivalente} = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

c) x R de valeurs # :

1°) On recherche la Conductance G (en Siemens)

$$G = (1 / R1) + (1 / R2) + (1 / R3) + (1 / Rn)$$

2°) On calcule la R équivalente :

$$R \text{ équiv.} = 1 / G$$

Cours de Radio-électronique F5UAM

Résistivité :

$$R = \frac{\rho \times L}{S}$$

Avec : ρ = Résistivité (constante exprimée en Ω mètres)
 L = longueur du conducteur en Mètres
 S = section en M^2

(-----)

Energie :

$$W = P \times t \quad \text{ou bien} \quad W = R \times I^2 \times t \quad \text{ou bien} \quad W = U \times I \times t$$

Avec W en Joules R en Ω P en Watts t en secondes

Nb : Le calcul de l'Energie fait toujours apparaître l'unité de temps.

Pour mémoire : 1 Joule = 0,24 calorie 1 Calorie = 4,18 Joules

(-----)

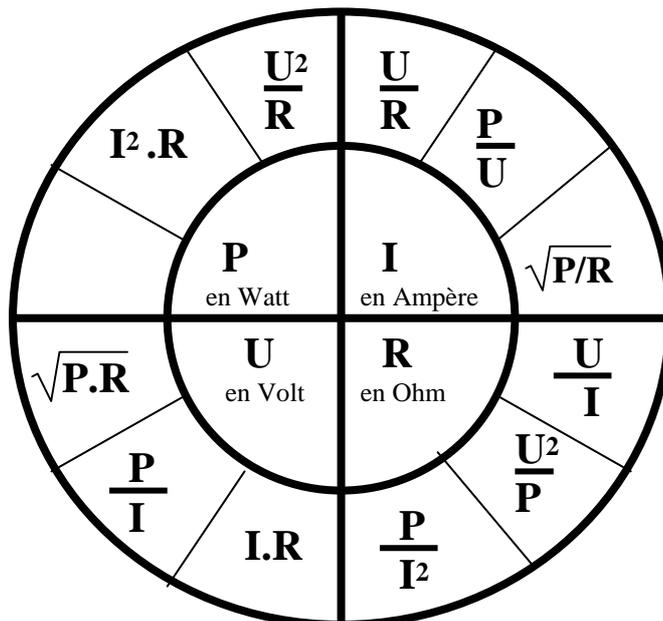
Diviseur de tension :

Rapport de division :
$$r = \frac{R1}{R1 + R2}$$

Puis on fait : $U(\text{alim}) \times r = U \text{ de } R1$

($R1$ étant la résistance aux bornes de laquelle on veut retrouver la tension)

Voici un dessin aide mémoire qui regroupe toutes les formules qui ont trait à la loi d'OHM
 On met le doigt sur ce que l'on cherche et on a les formules qui s'y rattachent dans le quart de cercle correspondant.



Cours de Radio-électronique F5UAM

Courant alternatif :

$$\text{Fréquence} = 1 / t \quad \text{Période} = 1 / F$$

$$\text{Longueur d'onde :} \quad \lambda = V / F$$

Avec :

$$\lambda \text{ (Lambda)} = \text{Longueur d'onde}$$
$$V \text{ (ou C)} = \text{Célérité} = \text{vitesse de la lumière} = 300\,000 \text{ KM / S}$$
$$F = \text{fréquence du signal que l'on transmet}$$

Remarque : Si on prend $V = 300$ $F = \text{en MHz}$ on aura λ en Mètres

(-----)

Valeur efficace et valeur de crête :

$$U \text{ de crête} = U_{\text{eff}} \times \sqrt{2} \quad (1.414)$$

$$U \text{ Efficace} = U \text{ crête} \times 0.707 \quad (0.707 \text{ étant l'inverse de } 1.414, \text{ la racine carrée de } 2)$$

(-----)

Condensateurs en parallèle :

$$C \text{ équivalent : } C1 + C2 + C3 + Cx \dots$$

(-----)

Condensateurs en série :

a) x C de même valeur :

$$C \text{ équivalent} = \frac{\text{Valeur de 1 C}}{\text{Nombre}}$$

b) 2 C de valeurs # :

$$C \text{ équivalent} = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

c) x C de valeurs # :

1°) On recherche la Capacitance :

$$C t = (1 / C1) + (1 / C2) + (1 / C3) + (1 / Cx)$$

2°) On calcule la capacité équivalente :

$$C \text{ équiv.} = 1 / C t$$

Energie emmagasinée dans un condensateur :

$$W = C.U^2 / 2$$

(-----)

Impédance d'un condensateur à une fréquence donnée :

$$Z_c = \frac{1}{C\omega}$$

avec : Z en Ohms
C en Farads
 ω en Radians / Seconde ($2\pi.F$)

Courant et tension ~ dans un condensateur :

$$I_c = U.C\omega \quad U_c = 1 / C\omega$$

Constante de temps RC :

$$t = R.C \quad \text{avec R en Ohms et C en Farads}$$

Définition de l'unité d'inductance :

$$1H = V_s / A \quad V_s \text{ étant la variation de la tension pendant 1 seconde.}$$

Inductances en série :

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_x \dots$$

Inductances en parallèle (le calcul est identique à celui des résistances):

a) xL de même valeur :

$$L \text{ équivalente} = \frac{\text{Valeur d'une L}}{\text{Nombre}}$$

b) 2L de valeurs # :

$$L \text{ équivalente} = \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2}$$

c) XL de valeurs # :

$$1^\circ) L \text{ total} = (1/L_1) + (1/L_2) + (1/L_3) + (1/L_x)$$

2°) On calcule L équivalente :

$$L \text{ éq.} = 1 / L \text{ total}$$

Impédance d'une inductance :

$$Z_L = L \omega$$

Courant et tension dans une inductance :

$$I = U / Z \qquad U = Z \cdot I$$

Inductance et nombre de spires :

L'inductance d'une self augmente comme le carré du rapport de son nombre de spires.

Ex : si on triple le nombre de spires, on multiplie par 9 sa valeur inductive.

Idem dans l'autre sens :

Ex : si on divise par 3 le nombre de spires on divisera par 9 la valeur inductive.

Et si on veut diviser par 9 la valeur inductive, il faudra diviser par $\sqrt{9}$ c.à.d. : 3 le nombre de spires

Impédance et nombre de spires :

Le calcul est le même que ci-dessus : l'impédance augmente comme le carré du rapport du nombre de spires, et diminue aussi comme le carré du rapport de division du nombre de spires.

Rapport de transformation(tension et nombre de spires) :

$$r = N_1 / N_2 = U_1 / U_2$$

Rapport de transformation (courants) :

Attention : Si $r = N_1 / N_2$ $r = I_2 / I_1$

Rapport des impédances dans un transformateur :

$$r = \sqrt{Z_p / Z_s} \quad \text{donc} \quad N_p / N_s = \sqrt{Z_p / Z_s}$$

Rendement d'un transformateur :

$\eta \% = 100 \times P_s / P_p$ Nb : ce résultat est forcément inférieur à 100%.

Calcul de la valeur d'un shunt :

$$R_{\text{shunt}} = \frac{(R_{\text{galva}} \times I_{\text{galva}}) \text{ c.à.d. : } U_{\text{galva}}, \text{ mais aussi } U_{\text{shunt}}}{(I_{\text{total}} - I_{\text{galva}}) \text{ c.à.d. : } I_{\text{shunt}}. \text{ (en fait on retrouve la loi d'Ohm : } R = U / I)}$$

Calcul de la résistance série d'un voltmètre :

$$\frac{U \text{ (à mesurer)}}{I \text{ (galva)}} \text{ moins } R_{\text{galva}} = R_{\text{série}}$$

Calcul du coefficient (ou facteur) de surtension « Q » des circuits RLC :

RLC parallèle : $Q = R / L\omega$ RLC série : $Q = L\omega / R$ RLC mixte : $Q = L\omega / R$

Pour une fréquence non communiquée :

$$Q = L / R \sqrt{LC}$$

Bande passante d'un réseau LC :

$$\Delta F = F / Q$$

Fréquence de coupure d'un filtre RC :

$$F_c = 1 / 2\pi RC$$

Décibel :

Gain en tension : $G = 20 \log U_1 / U_2$

Gain en puissance : $G = 10 \log P_1 / P_2$

Transistor :

$$I_c = I_b \times \beta$$

$$I_e = I_c + I_b$$

$$I_b = I_c / \beta \quad \text{mais aussi} \quad I_b = I_e - I_c$$

Formule de THOMSON :

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$$

Avec :

F en Hertz

L en Henry

C en Farad

$\pi = 3,14$

Une autre formule plus pratique d'emploi :

F en MHz

$$F = \sqrt{25280 / L C}$$

L en μH

C en pF

Longueur des brins rayonnants d'une antenne 1/2 onde :

$$L = 0,95 \frac{\lambda}{2} \quad \text{ou} \quad L = \frac{143}{F}$$

Longueur du brin rayonnant 1/4 d'onde :

$$L = 0,95 \frac{\lambda}{4} \quad \text{ou} \quad L = \frac{71,5}{F}$$

R O S Réseau d'Ondes Stationnaires :

$$R O S = \frac{Z_a}{Z_g} \quad \text{ou} \quad \frac{Z_g}{Z_a} \quad \text{ou} \quad \frac{1 + TOS}{1 - TOS} \quad \text{ou} \quad \frac{\sqrt{P_i} + \sqrt{P_r}}{\sqrt{P_i} - \sqrt{P_r}}$$

K Coefficient de réflexion :

$$K = \frac{ROS-1}{ROS+1}$$

Impédance du 1/4 d'onde :

$$Z_1 = \sqrt{Z_a \times Z_g}$$

Un peu de maths :

Et si on parlait des puissances !

Elever un nombre à la puissance n c'est le multiplier par lui même un nombre de fois n .

Par exemple :

6^2 se dit « six puissance deux », on dit aussi six au carré c'est à dire 6×6 .

Une surface s'exprime en mètres carrés et s'écrit M^2 .

De même 7^3 (7 au cube) se dit 7 puissance 3 et sera égal à $7 \times 7 \times 7$.

Et 10^3 est égal à $10 \times 10 \times 10 = 1000$.

Ainsi est née la puissance de 10, car on peut multiplier un nombre simple par une puissance de 10. Exemple :

$$7 \cdot 10^3 \text{ sera égal à : } 7 \times (10 \times 10 \times 10) = 7000$$

Pour faciliter les opérations mathématiques (multiplications et divisions) avec des nombres aux multiples zéros ou un grand nombre de chiffres après la virgule, on utilise donc les puissances de 10.

$$1000 \text{ s'écrit : } 1 \cdot 10^3 = 1 \cdot (10 \cdot 10 \cdot 10)$$

$$\text{et } 0.001 \text{ (un millième) s'écrit : } 1 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot (1/10)(1/10)(1/10)$$

nous prononcerons : 1 que multiplie 10 puissance moins 3.

Cela paraît long pour des chiffres à faible multiplicateur mais si on veut écrire :

1 Million (1 000 000), il est beaucoup plus aisé d'écrire : $1 \cdot 10^6$.

De même avec le millionième : 0,000 001 on écrira : $1 \cdot 10^{-6}$.

Attention :

$1 \cdot 10^0$ est égal à 1 car $1 \cdot (10 \times 0) = 1$

$1 \cdot 10^1$ est égal à 10 car $1 \cdot (10 \times 1) = 10$

Le résultat d'un calcul qui donne $100 \cdot 10^2$ est égal à 10 000.

Un résultat tel que $1000 \cdot 10^{-3}$ est égal à 1.

Quelques opérations simples

Exemple avec une multiplication :

$$\begin{array}{ccc} \underline{2 \cdot 10^3} & \times & \underline{3 \cdot 10^2} & = & \underline{6 \cdot 10^5} \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ 2000 & & 300 & & 600\ 000 \end{array}$$

Principe à adopter :

On additionne les exposants (les puissances) et on multiplie les nombres arithmétiques entre eux.

Un peu de maths :

Un autre exemple :

$$\begin{array}{ccc} \frac{3,5 \cdot 10^4}{\downarrow} \times \frac{4,15 \cdot 10^{-3}}{\downarrow} = \frac{14,525 \cdot 10^1}{\downarrow} \\ 35\,000 \quad 0,00415 \quad 145,25 \end{array}$$

Exemple avec une division :

$$\frac{300}{0,1} = \frac{3 \cdot 10^2}{1 \cdot 10^{-1}} = 3000 = 3 \cdot 10^3$$

Une explication dans cet exemple :

Diviser par 0,1 revient à multiplier par 10.

Donc diviser par une puissance quelconque revient à multiplier par l'inverse de cette puissance.

Nous allons alors pouvoir manipuler l'opération suivante comme suit :

$$\frac{3 \cdot 10^2}{1 \cdot 10^{-1}} \text{ deviendra } \frac{3 \cdot 10^2 \times 10^1}{1} = 3 \cdot 10^3 \text{ c'est à dire } 3\,000.$$

Le 10^{-1} change de signe en passant au dessus est devient multiplicateur. Reste alors à additionner les puissances de 10 et travailler les nombres simples entre eux.

Un peu plus complexe mais sans être trop compliqué :

$$\frac{1,5 \cdot 10^3 \times 3,4 \cdot 10^{-5}}{2,45 \cdot 10^{-6} \times 4,5 \cdot 10^7} = \frac{1,5 \times 3,4 \times 10^{-2}}{2,45 \times 4,5 \times 10^1} = \frac{1,5 \times 3,4 \times 10^{-2} \times 10^{-1}}{2,45 \times 4,5} = 0,462 \cdot 10^{-3}$$

C'est à dire : 0,000 462 en décimal

Pour vous convaincre, essayons avec les zéros et les virgules :

$$\frac{1500 \times 0,000\,034}{0,000\,00245 \times 45\,000\,000} = 0,000\,462$$

Bon courage surtout si votre calculette ne prend que 8 chiffres !

Un peu de maths :

Attention aux pièges :

Dans une multiplication de nombres élevés à la puissance de 10, on additionne les puissances entre elles et on multiplie les nombres alors simplifiés.

Ne tombez pas dans le piège de l'addition ou de la soustraction entre deux nombres élevés à une puissance de 10 quelconque :

Exemple :

$$2,5 \cdot 10^3 + 7,3 \cdot 10^5 \quad \text{cela ne fait pas } 9,8 \cdot 10^8$$

car : $2,5 \cdot 10^3 = 2500$

et : $7,3 \cdot 10^5 = 730\,000$

Le vrai résultat est alors = $732\,500$ c'est à dire $7,325 \cdot 10^5$

Si on veut **additionner** ou **soustraire** des nombres élevés à une puissance de 10, il faut impérativement qu'ils soient tous ramenés à la **même puissance de 10**.

Voici un exemple simple et fréquent :

On met en parallèle une résistance de $1,2\text{ M}\Omega$ sur une autre de $220\text{K}\Omega$ et cela donne :

$$\frac{1,2 \cdot 10^6 \times 2,2 \cdot 10^5}{1,2 \cdot 10^6 + 2,2 \cdot 10^5} = \frac{1,2 \cdot 10^6 \times 2,2 \cdot 10^5}{1,42 \cdot 10^6} = \frac{1,2 \times 2,2 \times 10^{11} \times 10^{-6}}{1,42} = 1,86 \cdot 10^5$$

The diagram shows a bracket under the denominator $1,2 \cdot 10^6 + 2,2 \cdot 10^5$. An arrow points down from the bracket to the expression $1,2 \cdot 10^6 + 0,22 \cdot 10^6$. Another arrow points up from this expression to the numerator $1,42 \cdot 10^6$ in the second fraction.

NB : La valeur trouvée doit être plus petite que la plus petite des deux valeurs.

Soit 186 kΩ *CQFD*

Cours de Radio-électronique F5UAM

Un peu de maths :

Pour vous aider voici un tableau des conversions

Unités

		10 ⁶	10 ³			10 ⁰	10 ⁻³			10 ⁻⁶	10 ⁻⁹			10 ⁻¹²
Mètre			Km	Hm	Dam	M	dm	cm	mm			µm		
Volt	MV		KV			V			mV			µV		
Ampère			KA			A			mA			µA	nA	pA
Watt	MW		KW			W			mW			µW		
Farad						F						µF	nF	pF
Ohm	MΩ		KΩ			Ω			mΩ			µΩ		
Test														

F5UAM