

Formulaire pour les classes A et CUnités électriques employées

- Tension : Volt
- Résistance : Ohm
- Inductance : Henry
- Fréquence : Hertz
- Surface : Mètre carré
- Intensité : Ampère
- Capacité : Farad
- Puissance : Watt
- Temps : Seconde

Préfixes et multiplicateurs

T	Tera	$\times 10^{12}$	G	Giga	$\times 10^9$	M	Méga	$\times 10^6$
k	Kilo	$\times 10^3$	h	Hecto	$\times 10^2$	da	Déca	$\times 10^1$
d	Déci	$\times 10^{-1}$	c	Centi	$\times 10^{-2}$	m	Milli	$\times 10^{-3}$
μ	Micro	$\times 10^{-6}$	n	Nano	$\times 10^{-9}$	p	Pico	$\times 10^{-12}$
f	Femto	$\times 10^{-15}$	a	Atto	$\times 10^{-18}$			

Les résistances

	Ne	Manger	Rien	Ou	Jeûner,	Voilà	Bien	Votre	Grande	Bêtise
	Noir	Marron	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	Gris	Blanc
1er	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2ème	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Multi.x1		x10	x100	$\times 10^3$	$\times 10^4$	$\times 10^5$	$\times 10^6$	$\times 10^7$	$\times 10^8$	$\times 10^9$

Tolérances : Or : 5% Argent : 10%

Courant électrique

$$Q = I \times t \quad (Q : \text{Coulombs, } I : \text{Ampères, } t : \text{secondes})$$

Charge de l'électron : $1,6 \times 10^{-19}$ coulombs

Le courant électrique se manifeste par :
 - Effet calorifique (thermique),
 - Effet chimique,
 - Effet magnétique.

Force électromotrice et chute de tension

$$E = U + rI \quad (E, U : \text{Volt; } r : \text{ohms; } I : \text{Ampères})$$

$$U = E - rI$$

Loi d'ohm

$$U = R \times I \quad (U : \text{Volts; } R : \text{Ohms; } I : \text{Ampères})$$

Calcul de résistances en série

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (n \text{ résistances, } R_x \text{ en ohms})$$

Calcul de résistances en parallèle

$$* 2 \text{ résistances : } R_{eq} = (R_1 \times R_2) / (R_1 + R_2) \quad (R_1, R_2, R_3, R_n \text{ en ohms})$$

$$* n \text{ résistances : } 1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n$$

Résistance des conducteurs

$$R = \rho \times L / S \quad (R : \text{ohm; } \rho : \text{ohm-mètre/mm}^2; L : \text{mm})$$

Conductance

$$G = 1 / R \quad (G : \text{mho ou siemens; } R : \text{ohm})$$

Effet thermique d'un courant électrique

$$W = R \times I^2 \times t \quad (W : \text{joules}; R : \text{ohms}; I : \text{ampères}; t : \text{secondes})$$

ou

$$W = U \times I \times t \quad (W : \text{joules}; U : \text{volts}; I : \text{ampères}; t : \text{secondes})$$

Puissance en courant continu

$$P = U \times I \quad (P : \text{watts}; U : \text{volts}; I : \text{ampères})$$

$$P = R \times I^2 \quad (P : \text{watts}; R : \text{ohms}; I : \text{ampères})$$

$$P = U^2 / R \quad (P : \text{watts}; U : \text{volts}; R : \text{ohms})$$

Rendement électrique

$$\eta\% = (100 \times P_{\text{utile}}) / P_{\text{fournie}}$$

Loi de Kirchoff - pont diviseur de tension

Pour n résistances en série :

$$U_{\text{totale}} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n \quad (U : \text{volts})$$

Loi des noeuds

Pour n résistances en parallèle :

$$I_{\text{totale}} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \quad (I : \text{ampères})$$

Grouperement de piles en série

$$E_t = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n \quad (E : \text{fem en volts})$$

$$r_t = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n \quad (r : \text{résistance interne de chaque pile en ohms})$$

$$I = \sum E / (R + r_t) \quad (I : \text{ampère}; E : \text{fem totale}; r_t : \text{résistances internes totales})$$

Grouperement de piles en parallèle

$$E_q = E_1 = E_2 = E_3 = \dots = E_n \quad (E : \text{fem en volts})$$

$$r_{eq} = r / n \quad (r : \text{ohms})$$

$$I = E / (R + r_{eq}) \quad (I : \text{ampères}; R, r_{eq} : \text{ohms})$$

Condensateurs

$$Q = C \times V \quad (Q : \text{coulombs}; C : \text{farad}; V : \text{volts})$$

Grouperement de condensateurs en série

$$1/C_{eq} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + \dots + 1/C_n \quad (C : \text{farad})$$

Grouperement de condensateurs en parallèle

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n \quad (C : \text{farad})$$

Energie emmagasinée par un condensateur

$$W = 0.5 \times C \times U^2 \quad (W : \text{joules}; C : \text{farad}; U : \text{volts})$$

Galvanomètres

mesure de la tension : voltmètre : plus grande résistance interne possible
se branche en parallèle

mesure de l'intensité : ampèremètre : plus petite résistance interne possible
se branche en série

Courant alternatif

$$\omega = 2 \pi F = 2\pi/t \quad (\omega : \text{rad/s}; F : \text{hertz}; t : \text{secondes})$$

$$F = 1 / t$$

$$t = 1 / F \quad (F : \text{hertz}; t : \text{secondes})$$

$$U_c = U_{eff} \times \sqrt{2} \quad (U_c, U_{eff} : \text{volts})$$

$$I_c = I_{eff} \times \sqrt{2} \quad (I_c, I_{eff} : \text{ampères})$$



U et I sont en phase.

$$T = 360^\circ$$

Puissance électrique en courant alternatif

$$\text{Puissance apparente : } P = U \times I \quad (P : \text{Voltampères}; U : \text{volts}; I : \text{ampères})$$

$$\text{Puissance active : } P = U \times I \times \cos \phi \quad (P : \text{watts}; U : \text{volts}; I : \text{ampères})$$

$$\text{Puissance réactive : } P = U \times I \times \sin \phi \quad (P : \text{Voltampères réactifs}; U : \text{volts}; I : \text{ampères})$$

Impédance

$$U = Z \times I \quad (U : \text{volts}; Z : \text{ohms}; I : \text{ampères})$$

Transformateurs

$$U_p/U_s = n_p/n_s = I_s/I_p \quad (U_x : \text{volts}; n_x : \text{nbre d'enroulements}; I_x : \text{ampères})$$

$$n = U_s/U_p \quad (n : \text{rendement de transformation}; U_x : \text{volts})$$

$$N\% = 100 \times P_s/P_p \quad (N\% : \text{rendement en \%}; P_x : \text{puissances})$$

Diodes

Tension de seuil pour une diode au germanium : 0,3 V

Tension de seuil pour une diode au silicium : 0,6 V

Alimentations redressées

$$\text{* Redressement mono-alternance : } U_c = U_s \times \sqrt{2} \quad (U_x : \text{volts})$$

$$\text{* Redressement bi-alternance avec point milieu au secondaire : } U_c = (U_s \times \sqrt{2}) / 2 \quad (U_x : \text{volts})$$

$$\text{* Montage en pont bi-alternance : } U_c = U_s \times \sqrt{2} \quad (U_x : \text{volts})$$

La longueur d'onde λ

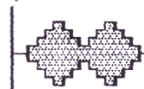
$$\lambda = 3 \times 10^8 / F_{\text{Hz}} = 300 / F_{\text{Mhz}} \quad (\lambda : \text{mètres}; F_{\text{Hz}} : \text{hertz}; F_{\text{Mhz}} : \text{Mégahertz})$$

Oscillogrammes des différents modes de transmission (minitel)

- CW, tout ou rien, classe A1A



- AM, modulation d'amplitude, A3E



- FM, modulation de fréquence, F3E



Schémas synoptiques simplifiés

* Emetteur CW

W

```

+-----+-----+-----+-----+
+-----+Etage de +-----+Multiplicateur+-----+Tampon+-----+Oscillateur VFO!
+-----+!puissance! +-----+!de fréquence ! +-----+!buffer! +-----+!ou quartz !
+-----+-----+-----+-----+
Classe C!          {facultatif}          !
+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+
!Manipulateur+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+

```

* Emetteur AM

✓

```

+-----+ +-----+ +-----+ +-----+
+-----+Etage de +-----+Multiplicateur+-----+Tampon+-----+Oscillateur VFO!
+-----+puissance! +-----+de fréquence ! +-----+!buffer! +-----+!ou quartz !
+-----+ +-----+ +-----+ +-----+
+-----+
+-----+ (facultatif)
+-----+
+-----+ +-----+
+-----+Ampli AF +-----+[ Micro
+-----+!Modulateur!
+-----+

```

* Emetteur FM

✓✓✓

```

+-----+ +-----+ +-----+ +-----+
+---+Etage de +---+Multiplicateur+---+Oscillateur+---+Modulateur à!
+---+puissance! +---+de fréquence ! +---+local ! +---+réactance !
+-----+ +-----+ +-----+ +-----+
Classe C      {facultatif}                                !
                                                    +-----+ +-----+
Micro  }---+Ampli AF+---+Filtre!
            +-----+ +-----+

```

Emetteur BLU

```

+-----+
Micro }>--+Ampli AF!
+-----+
! /
! +-----+ +-----+ +-----+ +-----+
+-----+!Etage de +-----+Mélangeur+-----+Filtre à +-----+Modulateur
+-----+!puissance! +-----+!quartz +-----+!équilibré
+-----+ +-----+ +-----+ +-----+
Classe A ou AB
!
+-----+ +-----+
!Oscillateur! BLI }-!$!-*!Oscillateur de!
!local / VFO! BLS }-!$!-*! porteuse
+-----+ +-----+

```

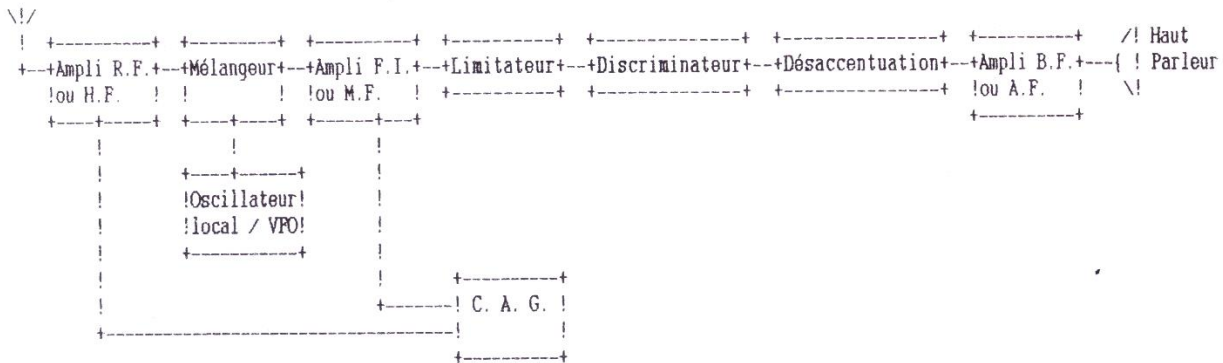
Récepteur AM

[illegible]

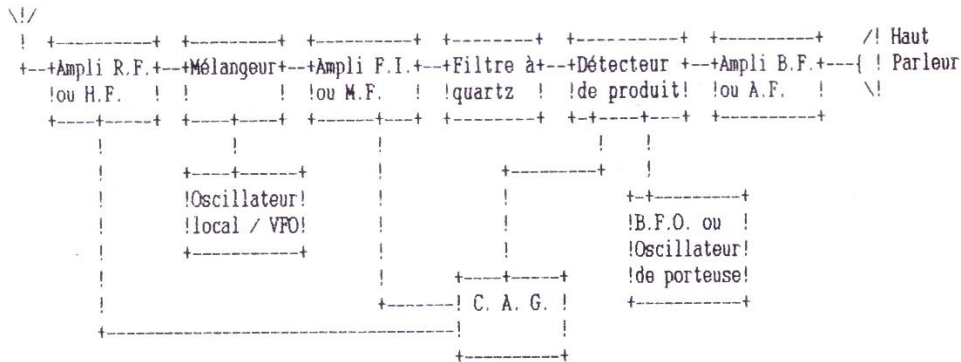
R.F. Radio Frequency
H.F. Haute fréquence
F.I. Fréquence Intermédiaire
M.F. Moyenne Fréquence
B.F. Basse Fréquence
A.F. Audio Fréquence
CAG Contrôle Automatique de gain. (licence C)

(5/9)

* Récepteur FM



* Récepteur BLU



Classement des longueurs d'ondes et des fréquences radio

Système D.M.d.c.

D. Décimétriques	100 M à 10 M	3 à 30 MHz	H.F. High Fréquency	Haute Fréquences
M. Métriques	10 M à 1 M	30 à 300 Mhz	V.H.F. Very High Fréquency	Très Haute Fréquence
d. Décimétriques	1 M à 10 cm	300 à 3000 Mhz	U.H.F. Ultra High Fréquency	Ultra Haute Fréquence
c. Centimétriques	10 à 1 cm	3 à 30 GHz	S.H.F. Super High Fréquency	Super Haute Fréquence

Rapport décibels / puissances

Gain	Rapport de Puissance	Rapport de tension	Affaiblissement	Puissance	Tension
0	x1	x1	0	/1	/1
3	x2	$xV_2 = x1.414$	-3	/2	$\sqrt{V_2} = /1.414$
6	x4	$xV_4 = x2$	-6	/4	$\sqrt{V_4} = /2$
9	x8	$xV_8 = x2.828$	-9	/8	$\sqrt{V_8} = /8.828$
12	x16	$xV_{16} = x4$	-12	/16	$\sqrt{V_{16}} = /4$
15	x32	$xV_{32} = x5.656$	-15	/32	$\sqrt{V_{32}} = /5.656$
18	x64	$xV_{64} = x8$			
20	x100	$xV_{100} = x10$			
30	x1000	$xV_{1000} = x31.622$			
40	x10000	$xV_{10000} = x100$			

Puissance : $Gdb = 10 \times \log (P_s / P_e)$ (P_s : Puissance de sortie en Watts; P_e : puissance d'entrée en W)
Tension : $Gdb = 20 \times \log (U_s / U_e)$ (U_s : Tension en sortie en volts; U_e : tension en entrée)

(6/9)

Antennes* $1/2 \lambda$:

I max au centre, U min au centre

 $Z = 73 \Omega$ Z dipôle replié = 300Ω * GP $1/4 \lambda$: $Z = 36 \Omega$

I Max au centre, U max aux extrémités

brin rayonnant : $0,95 \lambda / 4$; radians : $71,5 / 4$ $Z = 36 \Omega$ pour 90° ; $Z = 50 \Omega$ pour 120° ; $Z = 73 \Omega$ pour 180° Adaptation des impédancesLigne $1/4 \lambda$: $Z_1 = \sqrt{Z_a Z_g}$ Ligne $1/2 \lambda$: $Z_a = Z_g$ Système R.k.T.P. $ROS = Z_a / Z_g$ (si $Z_a > Z_g$) ou $ROS = Z_g / Z_a$ (si $Z_g > Z_a$) (Z_a, Z_g : ohms)k coef de réflexion : $k = (ROS - 1) / (ROS + 1)$ TOS = $100 \times k$ Puisreflech % = $100 \times k^2$ $ROS = (1 + TOS) / (1 - TOS)$ $ROS = (V_{Pi} + V_{Pr}) / (V_{Pi} - V_{Pr})$ Antennes couplées $Z = Z_{ant} / n$ (Z, Z_{ant} : impédance en ohms; n : nbre d'antennes)

1 antenne = x dB

2 antennes = x + 3 dB

3 antennes = x + 6 dB

Formulaire pour la classe CConstantes de temps* D'une capacité : $t = R \times C$ (t : secondes; R : Mégaohms; C : µfarads)* D'une inductance : $t = L / R$ (t : secondes; L : henrys; R : ohms)Charge et décharge d'un condensateur

Charge d'un condensateur : Décharge d'un condensateur :

RC = 63 % de la FEM RC = 37 % de la FEM

2RC = 86 % de la FEM 2RC = 14 % de la FEM

3RC = 100% de la FEM 3RC = 4 % de la FEM

Densité de courant $D = I / S$ (D : Ampères / mm²; I : Ampères; S : mm²)Résistance interne d'un voltmètre $S = 1 / I_{max}$ (S : Ohm / Volt; I : Ampères)Calcul des shunts $R_s = (R_g \times I_g) / (I_t - I_g)$ (R_g : résistance du galva en ohms; I_g : intensité dans le galva;
 I_t : intensité totale du circuit)Pouvoir multiplicateur d'un shunt $R_s = R_g / (m - 1)$ (m = nouvelle intensité / ancienne intensité)

(7/9)

Diviseur de tension

$$V_s = (R_2 / R_1 + R_2) \times V_e \quad (V_s, V_e : \text{volts}; R_1, R_2 : \text{ohms})$$

Calcul des inductances montées en série ou en parallèle

Mêmes calculs que pour les résistances.

Redressement Mono-Alternance d'une tension moyenne

$$U_{moy} = U_c / \pi \quad (U_{moy}, U_c : \text{Volts})$$

Redressement Bi-Alternance d'une tension moyenne

$$U_{moy} = 2U_c / \pi \quad (U_{moy}, U_c : \text{volts})$$

Formules générales sur tension / intensité moyennes d'un circuit

$$U_{moy} = 0,636 \times U_c \quad (U_{moy}, U_c : \text{volts})$$

$$I_{moy} = 0,636 \times I_c \quad (I_{moy}, I_c : \text{ampères})$$

Tensions aux bornes des condensateurs en série

$$V_n = (C_{eq} / C_n) \times V_t \quad (V_n, V_t : \text{volts}; C_{eq}, C_n : \mu\text{farads})$$

Transformateurs

$$N = V \quad (Z_p / Z_s) \quad (N : \text{Rapport d'impédance}; Z_p, Z_s : \text{ohms})$$

Rapport d'impédance et nombre de tours des transformateurs

$$N_p / N_s = V_{Z_p} / Z_s \quad (N_p : \text{nbre de tours au primaire}; N_s : \text{nbre de tours au secondaire}; \\ Z_p, Z_s : \text{ohms})$$

Calculs des réactances

$$X_L = L\omega \quad (X_L : \text{ohms}; L : \text{henrys}; \omega : \text{rad/s})$$

$$X_c = 1 / C\omega \quad (X_c : \text{ohms}; C : \text{farads}; \omega : \text{rad/s})$$

Impédance des circuits divers

- * Résistance et inductance en série : $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ (R, Z, X_L : Ohms)
- * Résistance et condensateur en série : $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ (Z, R, X_c : ohms)
- * Résistance, condensateur, et inductance en série : $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ (Z, R, X_c, X_L : ohms)
- * Résistance et inductance en parallèle : $Z = (R \times X_L) / \sqrt{R^2 + X_L^2}$ (Z, R, X_L : ohms)

Impédance des circuits R, L, C à la résonance

- * R, L, C en série : $Z = R$
- * R, L, C en parallèle : $Z = R$
- * R, L, C mixte : $Z = L / (R \times C) = Q \times L \times \omega$ (Z, R : ohms; L : henrys; C : farads; Q : facteur de surtension; ω : rad/s)

Coefficient ou facteur de surtension

- * Circuit RLC série : $Q = L\omega / R$ (L : henrys; ω : rad/s; R : ohms)
- * Circuit RLC parallèle : $Q = R / L\omega$ (L : henrys; ω : rad/s; R : ohms)
- * Circuit RLC mixte : $Q = L\omega / R$ ou $Q = L / R \times V_{LXC}$

(8/9)Bande passante d'un circuit

$$\Delta F = F_r / Q \quad (F_r : \text{fréquence de résonance}; Q : \text{Coef de surtension}; F : \text{en Hertz, KHz, MHz})$$

Formule de Thomson

$$F = 1 / (2\pi\sqrt{LC}) \quad (L : \text{henrys}; C : \text{Farads}; F : \text{Hertz})$$

$$F^2 = 25280 / LC \quad (L : \text{MicroHenrys}; F : \text{MHz}; C : \text{pF})$$

TRANSISTORS

$$* \text{ Gain en tension : } \alpha = R_C / R_E \quad (R_C : \text{résistance collecteur}; R_E : \text{résistance émetteur})$$

$$* \text{ Gain en courant : } \beta = I_c / I_b \quad (I_c : \text{courant collecteur}; I_b : \text{courant base})$$

Montages de base des transistors

* Emetteur commun (à la masse) : Tension de sortie en opposition de phase.

* Base commune : Tension en phase, gain courant < 1, gain tension multiplié par plusieurs milliers, P idem

* Collecteur commun : Tension en phase, gain courant élevé, gain tension = 1, P x plusieurs dizaines

Oscillateurs

Voir livre pages 93-94

Classes d'amplifications

* Classe A : Rendement 35%

* Classe B : Rendement 50%

* Classe C : Rendement 75%

Rapport entre la valeur d'une inductance et le nombre de spires

$$L = (1.25 \times n^2 \times \mu \times s \times k) / l \quad (L : \text{henrys}; n : \text{nbre de spires}; \mu : \text{coef de perméabilité (air = 1)}; s : \text{section de la bobine}; k : \text{coef de correction : } 10^{-8}; l : \text{longueur de la bobine.})$$

Pont de Wheastone

$$R_1 / R_3 = R_2 / R_4 \quad (\Rightarrow) R_1 \times R_4 = R_2 \times R_3$$

Filtres RC

$$* \text{ Filtre passe-bas : } F_o = 1 / 2\pi RC \quad (R : \text{ohms}; C : \text{farads}; F : \text{hertz})$$

$$* \text{ Filtre passe-haut : } F_o = 1 / 2\pi RC \quad (R : \text{ohms}; C : \text{farads}; F : \text{hertz})$$

Facteur de forme

$$F = (F \text{ à } -60\text{db}) / (F \text{ à } -3\text{db}) \quad (F : \text{largeur de la bande passante})$$

Taux de distorsion harmonique

$$T\% = 100 \times C^{Hn} / V^{Fo} \quad (V^{Fo} : \text{tension de l'onde porteuse}; V^{Fn} : \text{tension de l'harmonique de rang n})$$

$$T\% = 100 \times \sqrt{V_{(VH3)}^2 + V_{(VH5)}^2} / V^{Fo}$$

Amplis opérationnels

* Ampli non inverseur avec boucle de réaction : $V_s = (R_E + R_B) / R_E \times V_e$ $G = (R_E + R_B) / R_E$ (R_x : ohms)

* Ampli inverseur avec boucle de réaction : $V_s = -(R_B / R_E) \times V_e$ (R_x : ohms; V_x : volts)

* Convertisseur intensité / tension : $V_s = R \times I_e$ (V_s : volts; R : ohms; I_e : ampères)

Fréquence image

$F_R + F_I = F_o$ $F_o + F_I = F_{image}$ Montage supradyné

$F_R - F_I = F_o$ $F_o - F_I = F_{image}$ Montage infradyne

Impédance caractéristique d'une ligne

$Z = \sqrt{L/C}$ (Z : impédance de la ligne; L : impédance en henrys; C : capacité en farads)

Impédance caractéristique d'un câble coaxial

$Z = 138 \log (D/d)$ (D : diamètre de la tresse; d : diamètre de l'âme)

Impédance caractéristique d'une ligne à fils parallèles

$Z = 276 \log (D / r)$ (D : distance entre les deux centres; r : rayon de l'un des fils)

===== THE END =====