

# FORMULAIRE

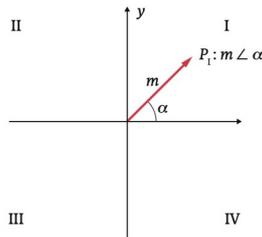
## ÉLECTRONIQUE - TRANSMISSION

**ERRATA 4<sup>e</sup> ÉDITION 2018**



8

LES COUSINES	
<b>PROJECTIONS RECTANGONALES</b>	<b>PROJECTIONS CILINDRIQUES</b>
Formules: $MO = MC \cdot \cos(\alpha)$ $MC = MO / \cos(\alpha)$	Formules: $MO = MC \cdot \cos(\alpha)$ $MC = MO / \cos(\alpha)$
Conversion: $MO = MC \cdot \cos(\alpha)$ $MC = MO / \cos(\alpha)$	Conversion: $MO = MC \cdot \cos(\alpha)$ $MC = MO / \cos(\alpha)$
<b>ARCADES ET <math>\alpha &gt; 90^\circ</math></b>	
Quadrant I	Quadrant II
Formules: $MO = MC \cdot \cos(\alpha)$ $MC = MO / \cos(\alpha)$	Formules: $MO = MC \cdot \cos(\alpha)$ $MC = MO / \cos(\alpha)$
<b>PROJECTIONS TRICENTRIQUES</b>	
Formules: $MO = MC \cdot \cos(\alpha)$ $MC = MO / \cos(\alpha)$	Formules: $MO = MC \cdot \cos(\alpha)$ $MC = MO / \cos(\alpha)$



13

Bases d'électrotechnique	
<b>Notion d'oscillation</b>	Formules: $U = U_{DC} + \hat{U} \cdot r_{cycl}$ $U = \sqrt{U_{moy}^2 + (\hat{U} \cdot r_{cycl})^2}$ $r_{cycl} = \frac{t}{T}$ $U = \sqrt{\frac{u_{i1}^2 + u_{i2}^2 + \dots + u_{in}^2}{n_{ui}}}$
<b>Formules de conversion</b>	Formules: $U = U_{DC} + \hat{U} \cdot r_{cycl}$ $U = \sqrt{U_{moy}^2 + (\hat{U} \cdot r_{cycl})^2}$ $r_{cycl} = \frac{t}{T}$ $U = \sqrt{\frac{u_{i1}^2 + u_{i2}^2 + \dots + u_{in}^2}{n_{ui}}}$
<b>Calculs de puissance</b>	Formules: $P = U \cdot I$ $P = U_{eff} \cdot I_{eff}$
<b>Calculs de tension</b>	Formules: $U = I \cdot R$ $U = I_{eff} \cdot R$
<b>Calculs de courant</b>	Formules: $I = U / R$ $I = U_{eff} / R$

<p>Rectangulaire avec composante continue</p>	$U_{moy} = U_{DC} + \hat{U} \cdot r_{cycl}$ $U = \sqrt{U_{moy}^2 + (\hat{U} \cdot r_{cycl})^2}$ $r_{cycl} = \frac{t}{T}$ $U = \sqrt{\frac{u_{i1}^2 + u_{i2}^2 + \dots + u_{in}^2}{n_{ui}}}$ <p>Les valeurs <math>u_i</math> sont représentées par un point sur le dessin.</p>	<p><math>n_{ui}</math> Nombre d'échantillon de tension</p>
---	---	--

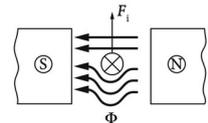
21

Calculs de capacitance	
<b>Capacités</b>	Formules: $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot h}{\ln \frac{r_D}{r_d}}$
<b>Formules de conversion</b>	Formules: $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot h}{\ln \frac{r_D}{r_d}}$
<b>Calculs de tension</b>	Formules: $U = Q / C$
<b>Calculs de courant</b>	Formules: $I = C \cdot \frac{dU}{dt}$

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot h}{\ln \frac{r_D}{r_d}}$$

25

Calculs de champ magnétique	
<b>Formules de conversion</b>	Formules: $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot H$
<b>Calculs de tension</b>	Formules: $U = I \cdot R$
<b>Calculs de courant</b>	Formules: $I = U / R$
<b>Calculs de puissance</b>	Formules: $P = U \cdot I$



**26** Inductance

$l, A, n, \mu_0, \mu_r, \mu, \rho, \sigma$   
 $l, S, N, \mu_0, \mu_r, \mu, \rho, \sigma$   
 $l, S, N, \mu_0, \mu_r, \mu, \rho, \sigma$

Inductance des bobines  
 $L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 S}{l}$   
 $L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 S}{l}$   
 $L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 S}{l}$

Inductance des bobines  
 $L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 S}{l}$   
 $L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 S}{l}$   
 $L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 S}{l}$

Inductance des bobines  
 $L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 S}{l}$   
 $L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 S}{l}$   
 $L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 S}{l}$

$A_L$  Coefficient de la bobine (coil constant) [H]

**33** Quadripôles passifs

Résistances  
 $Z = R$   
 $Y = 1/R$

Condensateurs  
 $Z = 1/(j\omega C)$   
 $Y = j\omega C$

Inductances  
 $Z = j\omega L$   
 $Y = 1/(j\omega L)$

Transformateur  
 $Z = \frac{N_1^2}{N_2^2} Z_2$   
 $Y = \frac{N_2^2}{N_1^2} Y_2$

Gyrateur  
 $Z = j\omega K$   
 $Y = 1/(j\omega K)$

$$U_2 = U_1 \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

si  $R_1 = R_2$   
et  $C_1 = C_2$

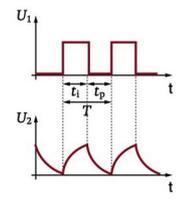
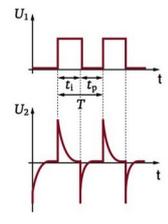
alors  $U_{2max} = \frac{U_1}{3}$  et  $f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$

**34** Transformateur

Paramètres  
 $N_1, N_2, U_1, U_2, I_1, I_2, S, \mu_0, \mu_r, \mu, \rho, \sigma$

Paramètres  
 $N_1, N_2, U_1, U_2, I_1, I_2, S, \mu_0, \mu_r, \mu, \rho, \sigma$

Paramètres  
 $N_1, N_2, U_1, U_2, I_1, I_2, S, \mu_0, \mu_r, \mu, \rho, \sigma$



$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

Le rapport du nombre de spires implique le même rapport de tensions

**40** Machines triphasées

Paramètres  
 $S, n_c, n, n_p, \mu_0, \mu_r, \mu, \rho, \sigma$

Paramètres  
 $S, n_c, n, n_p, \mu_0, \mu_r, \mu, \rho, \sigma$

Paramètres  
 $S, n_c, n, n_p, \mu_0, \mu_r, \mu, \rho, \sigma$

$$S_{\%} = \frac{S \cdot 100}{n_c} = \frac{(n_c - n) \cdot 100}{n_c}$$

**42** Résistances non linéaires

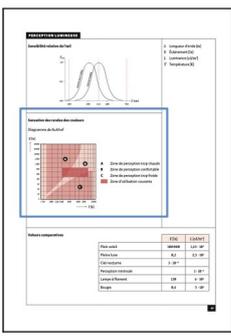
Paramètres  
 $R, \mu_0, \mu_r, \mu, \rho, \sigma$

Paramètres  
 $R, \mu_0, \mu_r, \mu, \rho, \sigma$

Paramètres  
 $R, \mu_0, \mu_r, \mu, \rho, \sigma$

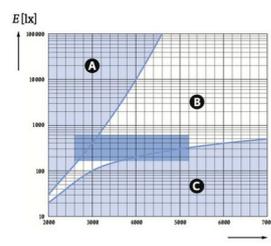
B Constante de la NTC [ % / K]

47



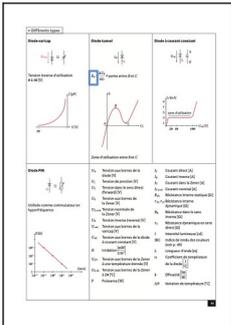
Sensation des rendus des couleurs

Diagramme de Kruthof



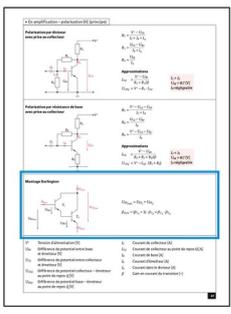
- A Zone de perception chaude, apparence rouge
- B Zone de perception confortable
- C Zone de perception froide, apparence bleue
- Zone d'utilisation courante

51

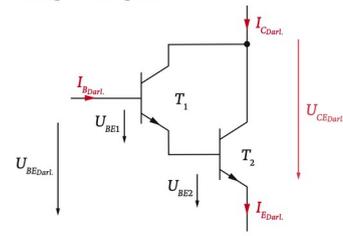


$$r_f = \frac{\Delta U_F}{\Delta I_F}$$

57



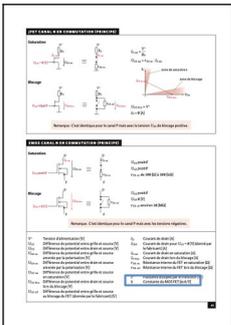
Montage Darlington



$$U_{BE\text{Darl}} = U_{BE1} + U_{BE2}$$

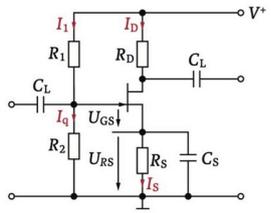
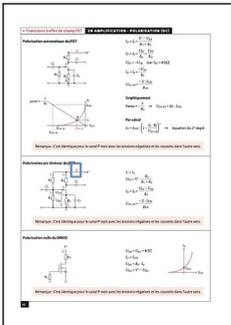
$$\beta_{\text{Darl}} = (\beta_{T1} + 1) \cdot \beta_{T2} \approx \beta_{T1} \cdot \beta_{T2}$$

61



k Constante du MOS FET [A / V<sup>2</sup>]

62



66

**Circuit à l'inversion**

**Amplificateur à l'inversion**

$A_v = -R_2/R_1$

**Amplificateur à l'inversion par résistor de feedback**

$A_v = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_1}}$

$A_v = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_1}}$

**Amplificateur à l'inversion par résistor de feedback**

Remarque: L'opérateur inverse est utilisé pour les circuits à l'inversion.

Remarque: L'opérateur inverse est utilisé pour les circuits à l'inversion.

Remarque: L'opérateur inverse est utilisé pour les circuits à l'inversion.

Voir pp 80 et 81 pour les circuits oscillants à amplis OP

69

**Compartiments à l'inversion**

$U_{e1} = \frac{V^+ \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{e2} = \frac{V^+ \cdot 2 \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{e3} = \frac{V^+ \cdot 3 \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{en} = \frac{V^+ \cdot (n-1) \cdot R}{n \cdot R}$

**Compartiments à l'inversion par résistor de feedback**

$U_{e1} = \frac{V^+ \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{e2} = \frac{V^+ \cdot 2 \cdot R}{n \cdot R}$

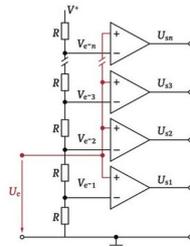
$U_{e3} = \frac{V^+ \cdot 3 \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{en} = \frac{V^+ \cdot (n-1) \cdot R}{n \cdot R}$

1. Nombre d'opérateurs inversés? 2. Nombre d'opérateurs inversés? 3. Nombre d'opérateurs inversés?

4. Nombre d'opérateurs inversés? 5. Nombre d'opérateurs inversés? 6. Nombre d'opérateurs inversés?

7. Nombre d'opérateurs inversés? 8. Nombre d'opérateurs inversés? 9. Nombre d'opérateurs inversés?



$V_{e-1} = \frac{V^+ \cdot R}{n \cdot R}$

$V_{e-2} = \frac{V^+ \cdot 2 \cdot R}{n \cdot R}$

$V_{e-3} = \frac{V^+ \cdot 3 \cdot R}{n \cdot R}$

$V_{e-n} = \frac{V^+ \cdot (n-1) \cdot R}{n \cdot R}$

$U_e$	$U_{s1}$	$U_{s2}$	$U_{s3}$	...	$U_{sn}$
0	0	0	0		0
$> V_{e-1}$	$V^+$	0	0		0
$> V_{e-2}$	$V^+$	$V^+$	0		0
$> V_{e-3}$	$V^+$	$V^+$	$V^+$		0
...					
$> V_{e-n}$	$V^+$	$V^+$	$V^+$		$V^+$

n Nombre de résistances du diviseur [-]  
 $A_{U_0}$  Amplification en tension en boucle ouverte [-]

70

**Circuit à l'inversion**

**Compartiments à l'inversion par résistor de feedback**

$U_{e1} = \frac{V^+ \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{e2} = \frac{V^+ \cdot 2 \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{e3} = \frac{V^+ \cdot 3 \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{en} = \frac{V^+ \cdot (n-1) \cdot R}{n \cdot R}$

**Compartiments à l'inversion par résistor de feedback**

$U_{e1} = \frac{V^+ \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{e2} = \frac{V^+ \cdot 2 \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{e3} = \frac{V^+ \cdot 3 \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{en} = \frac{V^+ \cdot (n-1) \cdot R}{n \cdot R}$

1. Nombre d'opérateurs inversés? 2. Nombre d'opérateurs inversés? 3. Nombre d'opérateurs inversés?

4. Nombre d'opérateurs inversés? 5. Nombre d'opérateurs inversés? 6. Nombre d'opérateurs inversés?

7. Nombre d'opérateurs inversés? 8. Nombre d'opérateurs inversés? 9. Nombre d'opérateurs inversés?

$U_{e+} = U_{R2} - |V^+|$

75

**Compartiments à l'inversion**

**Compartiments à l'inversion par résistor de feedback**

$U_{e1} = \frac{V^+ \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{e2} = \frac{V^+ \cdot 2 \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{e3} = \frac{V^+ \cdot 3 \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{en} = \frac{V^+ \cdot (n-1) \cdot R}{n \cdot R}$

**Compartiments à l'inversion par résistor de feedback**

$U_{e1} = \frac{V^+ \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{e2} = \frac{V^+ \cdot 2 \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{e3} = \frac{V^+ \cdot 3 \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{en} = \frac{V^+ \cdot (n-1) \cdot R}{n \cdot R}$

1. Nombre d'opérateurs inversés? 2. Nombre d'opérateurs inversés? 3. Nombre d'opérateurs inversés?

4. Nombre d'opérateurs inversés? 5. Nombre d'opérateurs inversés? 6. Nombre d'opérateurs inversés?

7. Nombre d'opérateurs inversés? 8. Nombre d'opérateurs inversés? 9. Nombre d'opérateurs inversés?

$u_s = u_{e2} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) - u_{e1} \cdot \frac{R_2}{R_1}$

$u_s = (u_{e2} - u_{e1}) \cdot \frac{R_2}{R_1}$

OU

$u_s = u_{e2} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} - u_{e1} \cdot \frac{R_2}{R_1}$

77

**Compartiments à l'inversion**

**Compartiments à l'inversion par résistor de feedback**

$U_{e1} = \frac{V^+ \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{e2} = \frac{V^+ \cdot 2 \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{e3} = \frac{V^+ \cdot 3 \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{en} = \frac{V^+ \cdot (n-1) \cdot R}{n \cdot R}$

**Compartiments à l'inversion par résistor de feedback**

$U_{e1} = \frac{V^+ \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{e2} = \frac{V^+ \cdot 2 \cdot R}{n \cdot R}$

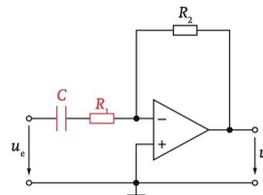
$U_{e3} = \frac{V^+ \cdot 3 \cdot R}{n \cdot R}$

$U_{en} = \frac{V^+ \cdot (n-1) \cdot R}{n \cdot R}$

1. Nombre d'opérateurs inversés? 2. Nombre d'opérateurs inversés? 3. Nombre d'opérateurs inversés?

4. Nombre d'opérateurs inversés? 5. Nombre d'opérateurs inversés? 6. Nombre d'opérateurs inversés?

7. Nombre d'opérateurs inversés? 8. Nombre d'opérateurs inversés? 9. Nombre d'opérateurs inversés?



$A_u = \frac{-u_s}{u_e} = \frac{R_2}{R_1}$

$f_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot C}$

79

$V_{U1} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} V_{U2}$   
 $V_{U2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{U1}$   
 $V_{U1} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{U1}$   
 $V_{U1} = V_{U1}$

$V_{U1} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} V_{U2}$   
 $V_{U2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{U1}$   
 $V_{U1} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{U1}$   
 $V_{U1} = V_{U1}$

A. Amplificateur en classe A  
 B. Amplificateur en classe B  
 C. Amplificateur en classe AB  
 D. Amplificateur en classe D

$$A_{U1} = A_{U2} = \frac{R_1}{R_2} + 1$$

82

**Amplificateur de puissance**

**CLASSE B - PUSH-PULL**

Avantages:  
 - Rendement élevé  
 - Pas de dissipation de puissance en repos  
 - Pas de distorsion croisée  
 - Pas de distorsion d'ordre pair  
 - Pas de distorsion d'ordre impair

Inconvénients:  
 - Complexité de la mise en œuvre  
 - Nécessité d'un circuit de démodulation  
 - Nécessité d'un circuit de synchronisation

**CLASSE B – PUSH-PULL**

83

**CLASSE AB - PUSH-PULL**

Avantages:  
 - Rendement élevé  
 - Pas de distorsion de croisement  
 - Pas de distorsion d'ordre pair  
 - Pas de distorsion d'ordre impair

Inconvénients:  
 - Complexité de la mise en œuvre  
 - Nécessité d'un circuit de démodulation  
 - Nécessité d'un circuit de synchronisation

**CLASSE AB – PUSH-PULL**

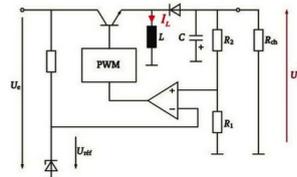
**CLASSE D – PUSH-PULL**

89

**CLASSE D - PUSH-PULL**

Avantages:  
 - Rendement très élevé  
 - Pas de distorsion de croisement  
 - Pas de distorsion d'ordre pair  
 - Pas de distorsion d'ordre impair

Inconvénients:  
 - Complexité de la mise en œuvre  
 - Nécessité d'un circuit de démodulation  
 - Nécessité d'un circuit de synchronisation



$$-U_e \cong L \cdot \frac{\Delta I_L}{\Delta t}$$

$\Delta I_L$  Variation du courant dans l'inductance [A]

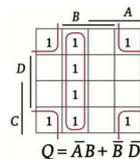
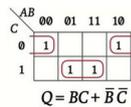
93

**Logique combinatoire**

**Table de vérité**

A	B	C	D	Q
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

$Q = BC + \bar{B}C$   
 $Q = \bar{A}B + \bar{B}D$



**Calcul avec les nombres binaires**

A + B	Retenue	A + B	Retenue
0 + 0	0	0 + 0	0
0 + 1	0	1 + 0	0
1 + 0	0	1 + 1	1
1 + 1	1	1 + 1	1

Complément à 1	Complément à 2
0101 1100	1010 0011
1010 0011	0101 1100

Code	Hexa	Octal	Hexa	Octal	Hexa	Octal
0000	0	0	0	0	0	0
0001	1	1	1	1	1	1
0010	2	2	2	2	2	2
0011	3	3	3	3	3	3
0100	4	4	4	4	4	4
0101	5	5	5	5	5	5
0110	6	6	6	6	6	6
0111	7	7	7	7	7	7
1000	8	10	8	10	8	10
1001	9	11	9	11	9	11
1010	A	12	A	12	A	12
1011	B	13	B	13	B	13
1100	C	14	C	14	C	14
1101	D	15	D	15	D	15
1110	E	16	E	16	E	16
1111	F	17	F	17	F	17

Somme, règles					
A + B	Somme	Retenue	A + B	Somme	Retenue
0 + 0	0	0	1 + 1	0	1
0 + 1	1	0	1 + 1 + 1	1	1
1 + 0	1	0			

Complément à «1»	Complément à «2»
Inverse d'un mot binaire mot: 0101 1100 comp1: 1010 0011	comp à 1 + 1 mot: 0101 1100 comp1: 1010 0011 + 1 1010 0100 comp 1 + 1 comp 2

Addition	Soustraction
mot 1 + mot 2 0111 0011 + 0101 1100 = 1110 1111 115 + 92 = 207	mot 1 + comp 2 du mot 2 0111 0011 + 1010 0011 = 10001 0110 115 - 92 = 23 perdu 1

**Conversion de la CAN**

**Conversion de la CAN**

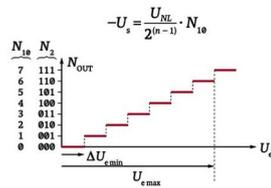
La tension de sortie  $N_{OUT}$  est donnée par :

$$N_{OUT} = \frac{U_e}{2^{(n-1)}} \cdot N_{10}$$

La résolution du CNA est :

$$\Delta U_{e \min} = \frac{U_{e \max}}{2^{(n-1)}}$$

La sensibilité (maximale) du CAN est :

$$U_{e \max}$$


$U_{e \max}$  Sensibilité (maximale) du CAN

$\Delta U_{e \min}$  Résolution du CAN [V]       $k$  Résolution du CNA [V]

$f_h$  Fréquence du signal d'horloge [Hz]

**Acoustique**

**Intensité acoustique**

La puissance acoustique  $P$  est donnée par :

$$P = I \cdot S$$

La densité de puissance acoustique  $I$  est donnée par :

$$I = \frac{\Delta p^2}{\rho \cdot c}$$

La pression acoustique  $\Delta p$  est donnée par :

$$\Delta p = \sqrt{I \cdot \rho \cdot c}$$

La pression acoustique  $\Delta p$  est donnée par :

$$\Delta p = \sqrt{I \cdot \rho \cdot c}$$

Également appelée intensité acoustique  $I = \frac{\Delta p^2}{\rho \cdot c}$

$L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_{\text{réf}}}\right)$  [dB<sub>SL</sub>] avec  $I_{\text{réf}} = 1 \cdot 10^{-12}$  [W/m<sup>2</sup>]  $\hat{=}$   $\Delta p_{\text{min}} = 2 \cdot 10^{-5}$  [Pa]  $\hat{=}$  0 [dB<sub>SL</sub>]

**Acoustique**

**Propriétés de l'air**

La masse volumique  $\rho$  est donnée par :

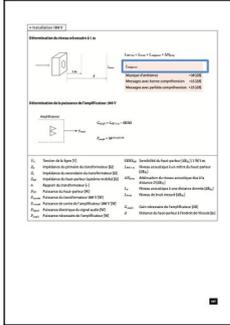
$$\rho = \frac{m}{V}$$

La masse volumique  $\rho$  est donnée par :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

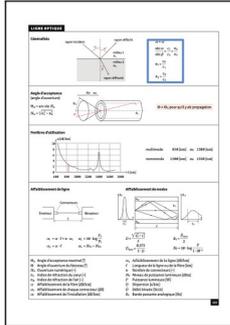
$\rho$  Masse volumique [kg / m<sup>3</sup>]

107



Lexiques : marge de sécurité à ajouter

113



- c<sub>0</sub> Vitesse de la lumière dans le vide [m / s]
- c<sub>1</sub> Vitesse de la lumière dans le milieu 1 [m / s]
- c<sub>2</sub> Vitesse de la lumière dans le milieu 2 [m / s]

115

PLAN DES FRÉQUENCES DIFFUSION HERTZIENNE			
Bande	Fréquences	Canal	Service
FM	87.5 – 108 [MHz]	100 [kHz]	Radio
DAB	175 – 230 [MHz]	1,5 [MHz]	Radio
TNT (DVB-T)	470 – 694 [MHz]	8 [MHz]	
Téléphonie mobile		Dès 694 [MHz]	Applications spécifiques
		1,8 [GHz]	GSM (2G)
		2,1 [GHz]	UMTS (3G)
		800-900 [MHz] – 1,8-2,6 [GHz]	LTE (4G)
	700-800 [MHz] – 1,4-1,5 [GHz] – 3,3-3,8 [GHz] – 26-28 [GHz]		NR (5G)
Wifi	2,4 [GHz] ou 5 [GHz]		
Bluetooth	2,46 [GHz]		
Satellite	KU basse	10,7 – 11,7 [GHz]	DAB – DVB – DATA
	KU haute	11,7 – 12,75 [GHz]	DAB – DVB – DATA
	Voie montante	17 [GHz]	Data

► Distribution PLAN DES FRÉQUENCES DIFFUSION HERTZIENNE

Bande	Fréquences	Canal	Service
FM	87.5 – 108 [MHz]	100 [kHz]	Radio
DAB	175 – 230 [MHz]	1,5 [MHz]	Radio
TNT (DVB-T)	470 – 694 [MHz]	8 [MHz]	
Téléphonie mobile		Dès 694 [MHz]	Applications spécifiques
		1,8 [GHz]	GSM (2G)
		2,1 [GHz]	UMTS (3G)
		800-900 [MHz] – 1,8-2,6 [GHz]	LTE (4G)
	700-800 [MHz] – 1,4-1,5 [GHz] – 3,3-3,8 [GHz] – 26-28 [GHz]		NR (5G)
Wifi	2,4 [GHz] ou 5 [GHz]		
Bluetooth	2,46 [GHz]		
Satellite	KU basse	10,7 – 11,7 [GHz]	DAB – DVB – DATA
	KU haute	11,7 – 12,75 [GHz]	DAB – DVB – DATA
	Voie montante	17 [GHz]	Data

Références : <https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/frequenzen-antennen/nationaler-frequenzzuweisungsplan.html>

PLAN DES FRÉQUENCES CATV ET INSTALLATIONS COLLECTIVES

Bande	Fréquences	Canal	Service
DATA	5 – 65 [MHz]		Voie montante
FM	88 – 108 [MHz]	100 [MHz]	Radio
DAB	175 – 230 [MHz]	1,5 [MHz]	Radio
DVB-C ou DVB-T	470 – 860 [MHz]		Radio – TV – voie descendante
DVB-S (après LNB)	950 – 1950 [MHz]		DAB – DVB – DATA
DVB-S (après LNB)	BIS	1100 – 2150 [MHz]	DAB – DVB – DATA

ACRONYMES

Anglais	Français
BIS	Bande intermédiaire satellite
CATV	Télévision par câble
DAB	Radio numérique
DiSEqC	Contrôle numérique des équipements
DVB-C	Télévision numérique par câble
DVB-S	Télévision numérique par satellite
DVB-T	Télévision numérique terrestre
FM	Modulation de fréquence
GSM (2G)	Système global de télécom
KU	Bande KU
LTE (4G)	Évolution à long terme
NR (5G)	
UMTS (3G)	Système universel de télécom
TNT	Télévision numérique terrestre

116

**116** **• Modulation**

**ESQUEME DE TRANSMISSION**

**REPRESENTATION DES ONDES**

**REPRESENTATION DES ONDES**

**REPRESENTATION DES ONDES EN TEMPS REELS**

$$U = U_{RMS} = \sqrt{\frac{U_{i1}^2 + U_{i2}^2 + \dots + U_{in}^2}{n}}$$

Les valeurs  $U_i$  sont représentées par un point sur le dessin ci-contre.

$n$  Nombre d'échantillons de tension

117

**117** **• Modulation**

**REPRESENTATION DES ONDES EN TEMPS REELS**

**REPRESENTATION DES ONDES EN TEMPS REELS**

**REPRESENTATION DES ONDES EN TEMPS REELS**

$\dot{D}$  Débit net [bits / s]

120

**120** **• Images**

**REPRESENTATION DES ONDES EN TEMPS REELS**

**REPRESENTATION DES ONDES EN TEMPS REELS**

**REPRESENTATION DES ONDES EN TEMPS REELS**

**TAILLE DES FICHIERS**

**Conversion octets ↔ ko ↔ Mo ↔ Go**

Taille<sub>bits</sub> = Déf · nbits<sub>pix</sub> [bit]

Taille<sub>ko</sub> =  $\frac{\text{Taille}_{\text{octets}}}{2^{10}}$  [kio]

Taille<sub>Go</sub> =  $\frac{\text{Taille}_{\text{octets}}}{2^{30}}$  [Gio]

Taille<sub>octets</sub> =  $\frac{\text{Taille}_{\text{bits}}}{8} = \frac{\text{Déf} \cdot n\text{bits}_{\text{pix}}}{8}$  [o]

Taille<sub>Mo</sub> =  $\frac{\text{Taille}_{\text{octets}}}{2^{20}}$  [Mio]

Taille<sub>To</sub> =  $\frac{\text{Taille}_{\text{octets}}}{2^{40}}$  [Tio]

Multiples de l'octet, voir p. 124

121

**121** **• Images**

**REPRESENTATION DES ONDES EN TEMPS REELS**

**REPRESENTATION DES ONDES EN TEMPS REELS**

**REPRESENTATION DES ONDES EN TEMPS REELS**

**DÉBIT BINAIRE AVANT COMPRESSION**

$\dot{D} = (Y + U + V) \cdot 8 \cdot 25$  [bps] @25i (entrelacé)

$\dot{D} = (Y + U + V) \cdot 8 \cdot 50$  [bps] @50p (progressif)

Débit<sub>Kbps</sub> =  $\frac{\dot{D}}{1 \cdot 10^3}$  [Kbps]

Débit<sub>Mbps</sub> =  $\frac{\dot{D}}{1 \cdot 10^6}$  [Mbps]

Débit<sub>Gbps</sub> =  $\frac{\dot{D}}{1 \cdot 10^9}$  [Gbps]

Débit<sub>Tbps</sub> =  $\frac{\dot{D}}{1 \cdot 10^{12}}$  [Tbps]

**CODE DE COULEURS DES RÉSISTANCES ET CONDENSATEURS**

Couleur des points ou anneaux	Premier anneau	Deuxième anneau	Troisième anneau	Quatrième anneau	Cinquième anneau Coefficient de température des résistances	Tension d'utilisation aux condensateurs
noir	0	0	sans chiffre	–	–	–
brun	1	1	0	+ 1 %*	+ 100 · 10 <sup>-4</sup> /K	100 V
rouge	2	2	00	± 2 %	± 50 · 10 <sup>-4</sup> /K	250 V
orange	3	3	000	–	–	–
jaune	4	4	0000	–	± 25 · 10 <sup>-4</sup> /K	400 V
vert	5	5	00000	–	–	–
bleu	6	6	000000	–	–	630 V
violet	7	7	0000000	–	–	–
gris	8	8	00000000	–	–	–
blanc	9	9	000000000	–	–	–
or	–	–	–	± 5 %	–	–
argent	–	–	–	± 10 %	–	–
sans couleur	–	–	–	± 20 %	–	–

\* 3 anneaux pour les chiffres, 1 anneau pour le multiplicateur et 1 anneau pour la tolérance

**SÉRIES NORMALISÉES DE MARQUAGE DE RÉSISTANCES ET CONDENSATEURS**

Série	Valeurs normalisées de la série
E3 ± 20 %	100, 220, 470
E6 ± 10 %	100, 150, 220, 330, 470, 680
E12 ± 10 %	100, 120, 150, 180, 220, 270, 330, 390, 470, 560, 680, 820
E24 ± 5 %	100, 110, 120, 130, 150, 160, 180, 200, 220, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 430, 470, 510, 560, 620, 680, 750, 820, 910

**MULTIPLES DE L'OCTET**

DÉCIMAL				BINAIRE			
Nom	Symbole	Valeur	Nombre d'octets	Nom	Symbole	Valeur	Nombre d'octets
octet	o	10 <sup>0</sup>	1 octet	octet	o	2 <sup>0</sup>	1 octet
kiloctet	ko	10 <sup>3</sup>	1000 octets	kibiocet	kio	2 <sup>10</sup>	1024 octets
mégaocet	Mo	10 <sup>6</sup>	1 000 000 octets	mébioctet	Mio	2 <sup>20</sup>	1 048 576 octets
gigaocet	Go	10 <sup>9</sup>	1 · 10 <sup>9</sup> octets	gibiocet	Gio	2 <sup>30</sup>	1,074 · 10 <sup>9</sup> octets
teraocet	To	10 <sup>12</sup>	1 · 10 <sup>12</sup> octets	tébioctet	Tio	2 <sup>40</sup>	1,1 · 10 <sup>12</sup> octets
petaocet	Po	10 <sup>15</sup>	1 · 10 <sup>15</sup> octets	pébioctet	Pio	2 <sup>50</sup>	1,126 · 10 <sup>15</sup> octets

Remarque : la pratique révèle un mélange des unités décimales et binaires

$$\mu_0 \quad | \quad - \quad | \quad 1 \text{ F/m} \quad | \quad 1 \text{ F/m} = 1 \text{ A} \cdot \text{s} / (\text{V} \cdot \text{m})$$

$$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / (\text{A} \cdot \text{s}^3)$$

$$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / (\text{A} \cdot \text{s}^3)$$

Tungstène  $4,5 \cdot 10^{-3}$



141

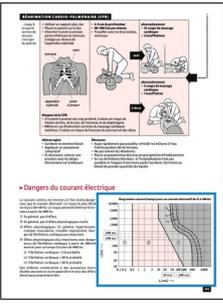
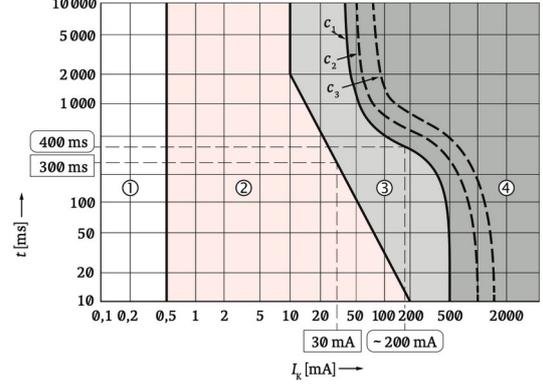


Diagramme courant/temps pour un courant alternatif de 15 à 100 Hz



144

• Index

<b>A</b>	accidents de travail 10	accidents de travail 10	accidents de travail 10
<b>B</b>	brûlures 10	brûlures 10	brûlures 10
<b>C</b>	condensateurs 10	condensateurs 10	condensateurs 10
<b>D</b>	Darlington 57	Darlington 57	Darlington 57
<b>E</b>	effets du courant électrique 10	effets du courant électrique 10	effets du courant électrique 10
<b>F</b>	formules 10	formules 10	formules 10
<b>G</b>	graphiques 10	graphiques 10	graphiques 10
<b>H</b>	hazard 10	hazard 10	hazard 10
<b>I</b>	impédance 28, 30, 32	impédance 28, 30, 32	impédance 28, 30, 32
<b>J</b>	jaune 10	jaune 10	jaune 10
<b>K</b>	keil 10	keil 10	keil 10
<b>L</b>	lignes 10	lignes 10	lignes 10
<b>M</b>	marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata
<b>N</b>	normes 10	normes 10	normes 10
<b>O</b>	orange 10	orange 10	orange 10
<b>P</b>	push-pull 82	push-pull 82	push-pull 82
<b>Q</b>	quadrants 10	quadrants 10	quadrants 10
<b>R</b>	rouge 10	rouge 10	rouge 10
<b>S</b>	séries normalisées de marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	séries normalisées de marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	séries normalisées de marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata
<b>T</b>	tableaux 10	tableaux 10	tableaux 10
<b>U</b>	unités anglo-américaines 132	unités anglo-américaines 132	unités anglo-américaines 132
<b>V</b>	vert 10	vert 10	vert 10
<b>W</b>	whiskers 10	whiskers 10	whiskers 10
<b>X</b>	xifres 10	xifres 10	xifres 10
<b>Y</b>	yellow 10	yellow 10	yellow 10
<b>Z</b>	zéro 10	zéro 10	zéro 10

code de couleurs des résistances et condensateurs 125 Bis - errata

conversion unités anglo-américaines 132

Darlington 57

145

<b>A</b>	accidents de travail 10	accidents de travail 10	accidents de travail 10
<b>B</b>	brûlures 10	brûlures 10	brûlures 10
<b>C</b>	condensateurs 10	condensateurs 10	condensateurs 10
<b>D</b>	Darlington 57	Darlington 57	Darlington 57
<b>E</b>	effets du courant électrique 10	effets du courant électrique 10	effets du courant électrique 10
<b>F</b>	formules 10	formules 10	formules 10
<b>G</b>	graphiques 10	graphiques 10	graphiques 10
<b>H</b>	hazard 10	hazard 10	hazard 10
<b>I</b>	impédance 28, 30, 32	impédance 28, 30, 32	impédance 28, 30, 32
<b>J</b>	jaune 10	jaune 10	jaune 10
<b>K</b>	keil 10	keil 10	keil 10
<b>L</b>	lignes 10	lignes 10	lignes 10
<b>M</b>	marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata
<b>N</b>	normes 10	normes 10	normes 10
<b>O</b>	orange 10	orange 10	orange 10
<b>P</b>	push-pull 82	push-pull 82	push-pull 82
<b>Q</b>	quadrants 10	quadrants 10	quadrants 10
<b>R</b>	rouge 10	rouge 10	rouge 10
<b>S</b>	séries normalisées de marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	séries normalisées de marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	séries normalisées de marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata
<b>T</b>	tableaux 10	tableaux 10	tableaux 10
<b>U</b>	unités anglo-américaines 132	unités anglo-américaines 132	unités anglo-américaines 132
<b>V</b>	vert 10	vert 10	vert 10
<b>W</b>	whiskers 10	whiskers 10	whiskers 10
<b>X</b>	xifres 10	xifres 10	xifres 10
<b>Y</b>	yellow 10	yellow 10	yellow 10
<b>Z</b>	zéro 10	zéro 10	zéro 10

impédance 28, 30, 32

146

<b>A</b>	accidents de travail 10	accidents de travail 10	accidents de travail 10
<b>B</b>	brûlures 10	brûlures 10	brûlures 10
<b>C</b>	condensateurs 10	condensateurs 10	condensateurs 10
<b>D</b>	Darlington 57	Darlington 57	Darlington 57
<b>E</b>	effets du courant électrique 10	effets du courant électrique 10	effets du courant électrique 10
<b>F</b>	formules 10	formules 10	formules 10
<b>G</b>	graphiques 10	graphiques 10	graphiques 10
<b>H</b>	hazard 10	hazard 10	hazard 10
<b>I</b>	impédance 28, 30, 32	impédance 28, 30, 32	impédance 28, 30, 32
<b>J</b>	jaune 10	jaune 10	jaune 10
<b>K</b>	keil 10	keil 10	keil 10
<b>L</b>	lignes 10	lignes 10	lignes 10
<b>M</b>	marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata
<b>N</b>	normes 10	normes 10	normes 10
<b>O</b>	orange 10	orange 10	orange 10
<b>P</b>	push-pull 82	push-pull 82	push-pull 82
<b>Q</b>	quadrants 10	quadrants 10	quadrants 10
<b>R</b>	rouge 10	rouge 10	rouge 10
<b>S</b>	séries normalisées de marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	séries normalisées de marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	séries normalisées de marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata
<b>T</b>	tableaux 10	tableaux 10	tableaux 10
<b>U</b>	unités anglo-américaines 132	unités anglo-américaines 132	unités anglo-américaines 132
<b>V</b>	vert 10	vert 10	vert 10
<b>W</b>	whiskers 10	whiskers 10	whiskers 10
<b>X</b>	xifres 10	xifres 10	xifres 10
<b>Y</b>	yellow 10	yellow 10	yellow 10
<b>Z</b>	zéro 10	zéro 10	zéro 10

push-pull 82

147

<b>A</b>	accidents de travail 10	accidents de travail 10	accidents de travail 10
<b>B</b>	brûlures 10	brûlures 10	brûlures 10
<b>C</b>	condensateurs 10	condensateurs 10	condensateurs 10
<b>D</b>	Darlington 57	Darlington 57	Darlington 57
<b>E</b>	effets du courant électrique 10	effets du courant électrique 10	effets du courant électrique 10
<b>F</b>	formules 10	formules 10	formules 10
<b>G</b>	graphiques 10	graphiques 10	graphiques 10
<b>H</b>	hazard 10	hazard 10	hazard 10
<b>I</b>	impédance 28, 30, 32	impédance 28, 30, 32	impédance 28, 30, 32
<b>J</b>	jaune 10	jaune 10	jaune 10
<b>K</b>	keil 10	keil 10	keil 10
<b>L</b>	lignes 10	lignes 10	lignes 10
<b>M</b>	marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata
<b>N</b>	normes 10	normes 10	normes 10
<b>O</b>	orange 10	orange 10	orange 10
<b>P</b>	push-pull 82	push-pull 82	push-pull 82
<b>Q</b>	quadrants 10	quadrants 10	quadrants 10
<b>R</b>	rouge 10	rouge 10	rouge 10
<b>S</b>	séries normalisées de marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	séries normalisées de marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata	séries normalisées de marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata
<b>T</b>	tableaux 10	tableaux 10	tableaux 10
<b>U</b>	unités anglo-américaines 132	unités anglo-américaines 132	unités anglo-américaines 132
<b>V</b>	vert 10	vert 10	vert 10
<b>W</b>	whiskers 10	whiskers 10	whiskers 10
<b>X</b>	xifres 10	xifres 10	xifres 10
<b>Y</b>	yellow 10	yellow 10	yellow 10
<b>Z</b>	zéro 10	zéro 10	zéro 10

séries normalisées de marquage de résistances et condensateurs 125 Bis - errata