

1	HISRORIQUE	8
1.1	AMPERE André Marie :	8
1.2	COULOMB Charles Augustin :	8
1.3	FARADAY Michael :	8
1.4	JOULE James Prescott :	8
2	RAPPELS DE MATHEMATIQUES	9
2.1	PUISSANCES DE 10, MULTIPLES ET SOUS MULTIPLES	9
2.2	FRACTION.....	10
2.3	ADDITION.....	10
2.4	UNITES	11
2.5	MULTIPLES ET SOUS MULTIPLES.....	12
3	PUISSANCE DE DIX & UNITE	13
4	LE COURANT ELECTRIQUE	14
4.1	MISE EN EVIDENCE DU COURANT ELECTRIQUE.....	14
4.2	QUANTITE D'ELECTRICITE	15
5	F.E.M (force électromotrice)	15
6	RESISTANCES	16
6.1	TENSION DE BRUIT	16
6.2	STABILITE.....	16
6.3	RESISTANCES BOBINEES	16
6.4	RESISTANCES A COUCHE CARBONE	16
6.5	RESISTANCES A COUCHE METAL	16
6.6	RESISTANCES AGGLOMEREES.....	16
6.7	CODE DES COULEURS.....	17
6.8	SÉRIE	18
6.9	PARALLELE.....	19
7	LOI D'OHM	20
8	RESUME	21
9	LOI DE KIRCHHOFF	22
9.1	RESISTANCE EN SERIE	22
9.2	LA LOI DES NŒUDS.....	23
9.3	LA LOI DES MAILLES	23
10	RESISTANCE EN PARALLELE	24
11	DIVISEUR DE TENSION (Pont diviseur)	25
12	RÉSISTANCE D'UN CONDUCTEUR	26
13	LES SELFS	27
13.1	SERIE	27
13.2	PARALLELE.....	27
13.3	Exemple :	28
14	LOI DE JOULES	29

15	PUISSANCES.....	30
15.1	VARIATION DE LA PUISSANCE EN FONCTION DE L'INTENSITE	30
15.2	VARIATION DE LA PUISSANCE EN FONCTION DE U	30
15.3	VARIATION DE LA PUISSANCE EN FONCTION DE U et de I	30
16	LES CONDENSATEURS	31
16.1	TECHNOLOGIE.....	31
16.1.1	CONDENSATEURS AU PAPIER	31
16.1.2	CONDENSATEURS AU PAPIER METALLISE	31
16.1.3	CONDENSATEURS A FIM PLASTIQUE	31
16.1.4	CONDENSATEURS AU POLYCARBONATE	31
16.1.5	CONDENSATEURS AU MICA.....	31
16.1.6	CONDENSATEURS CERAMIQUES.....	32
16.1.7	CONDENSATEURS ELECTROLYTIQUES	32
16.1.8	CONDENSATEURS ELECTROLYTIQUES AU TANTALE	32
16.1.9	CONDENSATEURS VARIABLES.....	32
17	CODE DES COULEURS.....	33
17.1	EN SÉRIE.....	34
17.1.1	REPARTITION TENSIONS AUX BORNES DES CONDENSATEURS	34
17.2	EN PARALLELE	34
18	RESUME	35
18.1	ENERGIE EMMAGASINEE PAR UN CONDENSATEUR	36
18.2	CHARGE D'UN CONDENSATEUR A TRAVERS UNE RESISTANCE.....	36
18.3	CHARGE ET DECHARGE D'UN CONDENSATEUR	37
18.3.1	CHARGE.....	37
18.3.2	DECHARGE	38
19	FILTRES	39
19.1	FILTRE PASSE BAS	39
19.2	FILTRE PASSE HAUT	39
19.3	ATTENUATION DES FILTRES RC	40
19.3.1	ATTENUATION UNE CELLULE.....	40
19.3.2	ATTENUATION DEUX CELLULES	40
19.3.3	RESUME	41
20	GROUPEMENT PILES, ACCUS, BATTERIES.....	42
20.1	EN SERIE.....	42
20.2	EN PARALLELE	43
21	LES DECIBELS.....	44
21.1	GAIN EN PUISSANCE.....	45
21.2	GAIN EN TENSION	45
22	PROPAGATION, CABLES COAXIAUX, ANTENNES ET ADAPTATIONS	46
23	COUCHES ATMOSPHERIQUE.....	46
23.1	EXEMPLES DE LIAISONS.....	46
23.1.1	PRINCIPALES COUCHES DE L'ATMOSPHERE	46
23.1.2	PROPAGATION DES ONDES	47
23.1.3	PROPAGATION:.....	47
23.1.4	RELATION LONGUEUR D'ONDE / FREQUENCE.....	47
24	LONGUEUR D'ONDE RADIOELECTRIQUE.....	48

25	ANTENNES.....	49
25.1	QUART D'ONDE	49
25.1.1	DIAGRAMME DE RAYONNEMENT	49
25.2	DOUBLET ½ ONDE	51
25.2.1	DIAGRAMME DE RAYONNEMENT	51
25.3	DOUBLET A TRAPPES.....	52
25.4	DOUBLET ½ ONDE REPLIE	52
25.5	DIRECTIVE.....	53
25.5.1	Antenne Yagi, doublet.....	53
25.5.2	DIAGRAMME DE RAYONNEMENT	53
25.5.3	GAIN.....	54
25.5.4	P. A. R (Puissance apparente rayonnée ou P. I. R en Anglais).....	54
25.5.5	L'ANGLE D'OUVERTURE	54
25.5.6	RAPPORT AVANT ARRIERE	54
25.6	ANTENNE EN V	55
25.6.1	DIAGRAMME DE RAYONNEMENT	55
25.7	PARABOLE	56
25.7.1	EXEMPLES D'ANTENNES	57
26	COUPLAGE DES ANTENNES.....	58
26.1	DEUX ANTENNES	58
26.2	QUATRE ANTENNES	59
27	ADAPTATION D'IMPÉDANCE.....	60
27.1.1	LIGNE ¼ ONDE	60
27.1.2	LIGNE ½ ONDE	60
28	IMPEDANCE CABLES ALIMENTATION ANTENNE.....	61
28.1	IMPEDANCE CARACTERISTIQUE D'UN CABLE COAXIAL.....	61
28.2	IMPEDANCE CARACTERISTIQUE D'UNE PAIRE SYMETRIQUE	61
29	LE R. O. S & T. O. S.....	62
29.1.1	R. O. S (Rapport Ondes Stationnaires.).....	62
29.2	LE COEFFICIENT DE RÉFLEXION (K)	62
29.3	T. O. S (Taux d'Ondes Stationnaires).....	62
29.4	PUISSANCE REFLECHIE EN % DE LA PUISSANCE DIRECTE	62
29.5	R. O. S (en fonction du T. O. S).....	62
29.6	R. O. S (en fonction des puissances directe et réfléchie).....	63
29.7	T. O. S (en fonction des puissances directe et réfléchie).....	63
29.8	RELATION ROS/TOS.....	63
30	COURANT ET TENSION ALTERNATIF.....	64
30.1	REPRESENTATION PAR PROJECTION D'UNE SINUSOIDE	64
30.2	FREQUENCE D'UN SIGNAL PERIODIQUE	64
30.3	PERIODE D'UN SIGNAL PERIODIQUE	65
30.3.1	SIGNAL PERIODIQUE SINUSOIDAL.....	65
30.3.2	SIGNAL PERIODIQUE RECTANGULAIRE	65
30.4	LA PULSATION	67
30.5	TENSION ET COURANT EFFICACE	68
30.6	DEPHASAGE	68

30.7	DEGRES ET RADIAN	69
31	LES DIODES	71
31.1	DIFFERENTE FORMES DE DIODES.....	71
31.2	DIODE DE SIGNAL ET DETECTRICE.....	71
31.3	DIODE REDRESSEUSE	71
31.4	DIODE ZENER	71
31.5	DIODE VARICAP.....	71
31.6	DIODE A EFFET GUNN.....	71
31.7	DIODE SCHOTTKY	71
31.8	DIODE ELECTROLUMINESCENTE (LED)	72
31.9	DIODE TUNNEL	72
31.10	DIODE SHOCKLEY.....	72
32	LES DIODES (Germanium et Silicium)	73
32.1	REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UNE DIODE	73
32.2	COURBES SEUIL DE CONDUCTION.....	73
32.3	CHUTE DE TENSION DIRECTE DANS UNE DIODE	73
32.4	POLARISATION EN INVERSE D'UNE DIODE	74
33	SYNOPTIQUES	75
33.1	RECEPTEURS	75
33.1.1	BLU	75
33.1.2	AM.....	75
33.1.3	FM	76
33.2	EMETTEURS.....	76
33.2.1	BLU	76
33.2.2	AM.....	77
33.2.3	FM	77
33.2.4	CW.....	78
34	LES TRANSFORMATEURS	79
34.1	PUISSANCE	79
34.2	RAPPORT DE TRANSFORMATION.....	79
34.3	RENDEMENT EN %.....	79
34.4	RAPPORT D'IMPEDANCE	80
34.5	RAPPORT D'IMPEDANCE ET NOMBRE DE SPIRE.....	80
35	ALIMENTATIONS	81
35.1	REDRESSEMENT	81
35.1.1	MONO ALTERNANCE	81
35.2	BI ALTERNANCE.....	82
35.2.1	BI ALTERNANCE AVEC TRANSFORMATEUR A POINT MILIEU AU SECONDAIRE.....	83
36	L'AMPLI OPERATIONNEL	84
36.1	AMPLI NON INVERSEUR	84
36.2	AMPLI INVERSEUR	84
36.2.1	CALCUL DE LA TENSION DE SORTIE	86
36.3	AMPLI INTEGRATEUR.....	86

36.4	AMPLI DIFFERENTIATEUR	86
37	<i>CIRCUITS LOGIQUES</i>	87
37.1	CIRCUIT ET.....	87
37.2	CIRCUIT NON ET.....	87
37.3	CIRCUIT OU.....	88
37.4	CIRCUIT NON OU	88
37.5	CIRCUIT OU EXCLUSIF.....	89
37.6	CIRCUIT NON OU EXCLUSIF.....	89
38	<i>PONT DE WEATSTONE</i>	90
39	<i>TAUX DISTORSION</i>	91
39.1	TAUX DISTORSION D'HARMONIQUE OU AMPLITUDE	91
39.2	TAUX DISTORSION DE FREQUENCE	91
39.3	TAUX DISTORSION POUR UNE FREQUENCE HARMONIQUE	91
39.4	TAUX DISTORSION PLUSIEURS FREQUENCES HARMONIQUES	92
40	<i>LES TRANSISTORS</i>	94
40.1	GAIN EN COURANT	94
40.2	TRANSISTORS NPN & PNP.....	94
40.3	COURANT DANS UN TRANSISTOR	94
40.4	TROIS MONTAGES DE BASE.....	95
40.5	CARACTÉRISTIQUES DES TRANSISTORS.....	96
40.6	CLASSES D'AMPLIFICATION	97
40.6.1	AMPLIFICATION CLASSE A	97
40.6.2	AMPLIFICATION CLASSE B.....	97
40.6.3	AMPLIFICATION CLASSE C.....	98
40.6.4	AMPLIFICATION CLASSE A-B	98
41	<i>REACTANCES CAPA & SELF</i>	99
41.1	REACTANCE INDUCTIVE (self).....	99
41.2	REACTANCE CAPACITIVE.....	99
42	<i>MELANGEUR</i>	100
42.1	FREQUENCE INTERMEDIAIRE (FI)	101
42.2	FREQUENCE D'UN OSCILLATEUR LOCAL	101
42.2.1	OSCILLATEUR LOCAL SUPRADYNE.....	101
42.2.2	OSCILLATEUR LOCAL INFRADYNE.....	101
43	<i>FREQUENCE IMAGE</i>	102
44	<i>APPAREILS DE MESURE</i>	105
44.1	PRINCIPE.....	105
44.2	VOLTMETRE	105
44.3	RESISTANCE INTERNE D'UN VOLTMETRE	105
44.4	AMPEREMETRE	106
45	<i>SHUNT</i>	107
45.1	DEFINITION	107
45.2	CALCUL RESISTANCE SHUNT	107

45.3	POUVOIR MULTIPLICATEUR DU SHUNT	108
46	<i>FORMULE DE THOMSON</i>	109
46.1	DEFINITION	109
47	<i>CIRCUITS R L C à LA RESONANCE</i>	110
47.1	R L C SERIE.....	110
47.2	R L C en PARALLELE	110
47.3	R L C MIXTE	111
48	<i>COEFFICIENT DE SURTENSION</i>	112
48.1	R.L.C SERIE.....	112
48.2	R.L.C PARALLELE	112
48.3	R.L.C MIXTE	114
49	<i>BANDE PASSANTE D'UN CIRCUIT</i>	114
49.1	CALCUL DE LA BANDE PASSANTE EN FONCTION DE DEUX FREQUENCES	115
49.1.1	Exemple :	116
50	<i>DIFERRENTS TYPE DE MODULATIONS</i>	117
50.1	AM	117
50.2	BLU	117
50.3	FM.....	117
50.4	CW	117
51	<i>POURCENTAGE DE MODULATION</i>	118
51.1	EN MODULATION D'AMPLITUDE (AM)	118
51.2	EN MODULATION DE FREQUENCE (MF).....	118
52	<i>DEFINITIONS</i>	119
52.1	MELANGEUR.....	119
52.2	AMPLI FI.....	119
52.3	RECEPTEUR HETERODYNE	119
52.4	SILENCIEUX (SQUELCH).....	119
52.5	C. A. G	119
52.6	FREQUENCE IMAGE	120
52.7	TAUX DE REJECTION	120
52.8	TRANSMODULATION	120
52.9	EXCURSION	120
52.10	INDICE DE MODULATION.....	120
52.11	OCTAVE	121
52.12	DÉCADE	121
52.13	NON LINEARITE	121
52.14	DISTORSION	121
52.15	MICROPHONE.....	121
52.16	POLARISATION (ANTENNE)	122
53	<i>MESURES</i>	122

Radio Club Télécom Saâcy F5KKU
Rue des Pouplains
77730 Saâcy sur Marne
f5kku@wanadoo.fr

53.1	RESISTANCE.....	122
53.2	BANDE OCCUPEE ou BANDE PASSANTE.....	122
53.3	FREQUENCE.....	122
53.4	LA TENSION.....	123
53.5	L'INTENSITE	123
54	<i>TYPE DE MODULATION</i>	123
54.1	AM	123
54.2	FM.....	123
54.3	BLU	123

1 HISTORIQUE

1.1 AMPERE André Marie :

Né en 1775 à Lyon

Physicien Français. Il s'intéressa aux phénomènes électrique (électromagnétisme) On lui doit l'invention du galvanomètre et de l'électro-aimant (en collaboration avec François ARAGO). L'ampère (A) est l'unité d'intensité du courant électrique

1.2 COULOMB Charles Augustin :

Né en 1736 à Angoulême.

Physicien et mécanicien. Il vérifia en 1785 la loi qui porte son nom, selon laquelle les forces d'attraction et de répulsion électrique sont en raison inverse du carré de la distance. Le Coulomb est l'unité de charge électrique, correspondant à la quantité d'électricité transportée en une seconde par un courant de un ampère.

1.3 FARADAY Michael :

Né en 1791 à Newington .

Physicien et chimiste Anglais . Il découvrit le benzène et mena d'important travaux sur la liquéfaction des gaz. Il découvrit l'induction électromagnétique et le diamagnétique. La cage de Faraday est une enceinte métallique fermée qui fait écran aux actions électrostatiques. Le Farad (F) est l'unité de mesure de la capacité d'un condensateur électrique.

1.4 JOULE James Prescott :

Né en 1818 à Manchester.

Physicien Anglais. Il détermina l'équivalent mécanique de la calorie et le principe de conservation de l'énergie mécanique. La loi de Joule, en électricité, énonce que la puissance P dissipée dans une résistance R est égale au produit de R par le carré de l'intensité i du courant. Le Joule (J) est l'unité de quantité de chaleur

2 RAPPELS DE MATHEMATIQUES

Une équation est une expression mathématique qui indique que les deux termes de chaque côté du signe = sont égaux.

ADDITION & SOUSTRACTION	MULTIPLICATION & DIVISION	RACINE CARRE	CARRE
$A + B = C - D$ On change de signe quand le terme passe de l'autre côté du signe =	$A \times B = C / D$	$A^2 = B \times C$ Pour obtenir la valeur de A et ne pas changer la valeur de l'égalité on extrait la racine carrée de part et d'autre du signe =	$A^2 = A \times A$ Pour obtenir la valeur d'un nombre au carré c'est ce nombre multiplié par lui même
Ce qui additionne d'un côté du signe égal en le passant de l'autre côté du signe égal va soustraire et vis versa	Ce qui divise d'un côté du signe égal en le passant de l'autre côté du signe égal va multiplier et vis versa		
Ex : $A + B = C - D$ $A + B + D = C$	Ex : $A \times B = C / D$ $A \times B \times D = C$	Ex : $A^2 = B \times C$ $\sqrt{A^2} = \sqrt{B \times C}$ $A = \sqrt{B \times C}$	Ex : $A^2 = A \times A$

2.1 PUISSANCES DE 10, MULTIPLES ET SOUS MULTIPLES

Compte tenu des unités utilisées, il arrive souvent que nous devons utiliser des 0 avant la virgule (Farads par exemple) ou après la virgule (Hertz par exemple). Une erreur de calcul est vite arrivée si on oublie un 0. La solution consiste à jongler avec les multiples et les puissances de 10, les multiples étant des puissances de 10 qui vont de 3 en 3 (3, 6, 9, 12 ou -3, -6, -12 ...).

Lors des opérations de multiplications les puissances s'additionnent (ou se soustraient pour les divisions) : $10^3 \times 10^6 / 10^2 = 10^{3+6-2} = 10^7$. Elles se divisent par 2 avec les racines carrées $\sqrt{10^6}$ devient 10^3 et sont multipliées par 2 lors de l'élévation au carré 10^3 devient 10^6 .

La puissance change de signe lorsqu'elle passe en dessous ou au dessus du trait de fraction $1/10^3 = 10^{-3}$ et $10^6 = 1/10^{-6}$. Attention à la racine carrée lors de l'utilisation des puissances de 10 : seules les puissances de 10 paires (10^6 , 10^{12} , 10^{-6} , 10^{-12} , etc...) sont utilisables.

2.2 FRACTION

Un nombre peut être transformé en nombre fractionnaire

Ex : $10 = 10 / 1$

OU $A = A / 1$

Règle : On ne change pas la valeur d'une fraction si on multiplie ou divise le numérateur et le dénominateur par le même nombre

Ex: soit la fraction suivante :

$2 / 8$ on multiplie le haut et le bas par 4

$2 \times 4 / 8 \times 4 = 8 / 32$ ce qui implique $2/4 = 8/32$

2.3 ADDITION

Pour additionner plusieurs fractions qui n'ont pas le même dénominateur, il faut réduire les fractions au même dénominateur

Ex : $1 / 4 + 1 / 10 =$

On réduit au même dénominateur qui est $= 40$

On multiplie le numérateur et le dénominateur par 10 ($4 \times 10 = 40$) pour la première fraction

On multiplie le numérateur et le dénominateur par 4 ($10 \times 4 = 40$) pour la deuxième fraction

$10 / 40 + 4 / 40 = 14 / 40$ ou $7 / 20$

2.4 UNITES

TENSION	Volt (V)		CAPACITE	Farad (F)	
	Kilovolt (KV)	$10^3 V$		Millifarad (mF)	$10^{-3} F$
	Millivolt (mV)	$10^{-3} V$		Microfarad (μF)	$10^{-6} F$
	Microvolt (μV)	$10^{-6} V$		Nanofarad (nF)	$10^{-9} F$
				Picofarad (pF)	$10^{-12} F$
INTENSITE	Ampère (A)		PUISSANCE	Watt (W)	
	Kilo ampere (KA)	$10^3 A$		Mégawatt (MW)	$10^6 W$
	Milliampère (mA)	$10^{-3} A$		Kilowatt (KW)	$10^3 W$
	Microampère (μA)	$10^{-6} A$		Milliwatt (mW)	$10^{-3} W$
				Micowatt (μW)	$10^{-6} W$
RESISTANCE	Ohm (Ω)		FREQUENCE	Hertz (Hz)	
	Kilohm (K Ω)	$10^3 \Omega$		Gigahertz (GHz)	$10^9 Hz$
	Mégohm (M Ω)	$10^6 \Omega$		Mégahertz (MHz)	$10^6 Hz$
				Kilohertz (KHz)	$10^3 Hz$
INDUCTANCE	Henry (H)		TEMPS	Seconde (s)	
	Millihenry (mH)	$10^{-3} H$		Milliseconde (ms)	$10^{-3} s$
	Microhenry (μH)	$10^{-6} H$		Microseconde (μs)	$10^{-6} s$
	Nanohenry (nH)	$10^{-9} H$		Nanoseconde (ns)	$10^{-9} s$
SURFACE	Mètre Carré (m^2)				
	Décimètre carré (dm^2)	$10^{-2} m^2$			
	Centimètre carré (cm^2)	$10^{-4} m^2$			
	Millimètre Carré (mm^2)	$10^{-6} m^2$			

2.5 MULTIPLES ET SOUS MULTIPLES

MULTIPLES ET SOUS MULTIPLES																																
G			M			K			UNITE			m			μ			n			P											
Giga			Méga			Kilo			UNITE			milli			micro			nano			pico											
10 ⁹			10 ⁶			10 ³						10 ⁻³			10 ⁻⁶			10 ⁻⁹			10 ⁻¹²											
			MΩ			KΩ			R (Ω)																							
									I (A)			mA			μA																	
						KV			U (V)			mV			μV																	
			MW			kW			P (W)																							
GHz			MHz			kHz			F (Hz)																							
									L (H)			mH			μH			nH														
									C (F)						μF			nF			pF											
CENTAINE	DIZAINE	UNITE	CENTAINE	DIZAINE	UNITE	CENTAINE	DIZAINE	UNITE	CENTAINE	DIZAINE	UNITE	CENTAINE	DIZAINE	UNITE	CENTAINE	DIZAINE	UNITE	CENTAINE	DIZAINE	UNITE	CENTAINE	DIZAINE	UNITE	CENTAINE	DIZAINE	UNITE	CENTAINE	DIZAINE	UNITE	CENTAINE	DIZAINE	UNITE

On peut remarquer qu'il n'est pas utilisé plus de 4 multiples pour une même unité. La plupart du temps, seulement 3 multiples sont nécessaires. Rappelez-vous des mesures que vous maîtrisez mieux : millimètre, mètre, kilomètre ou encore tonne ("mégagramme"), kilogramme, gramme.

3 PUISSANCE DE DIX & UNITE

10 à la puissance	Equivalent décimal	Symbole
10^{12}	1 000 000 000 000	T (Téra)
10^9	1 000 000 000	G (Giga)
10^6	1 000 000	M (Méga)
10^3	1 000	K (Kilo)
10^{-3}	0,001	m (milli)
10^{-6}	0,000 001	μ (micro)
10^{-9}	0,000 000 001	n (nano)
10^{-12}	0,000 000 000 001	p (pico)

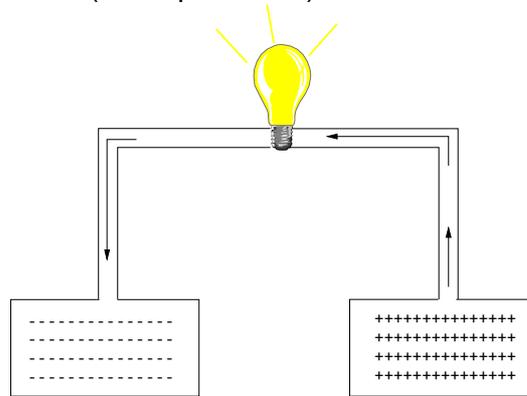
Description	Symbole & Unité
Quantité d'électricité	Q (Coulomb)
Temps	s (seconde)
Energie	W (Joule)
Résistance	Ω (ohm)
Capacité	F (farad)
Fréquence	Hz (Hertz)
Intensité	A (Ampère)
Tension	V (volt)
Impédance	Ω (ohm)
Inductance	H (Henry)
Longueur	m (mètre)
Puissance	W (watt)

4 LE COURANT ELECTRIQUE

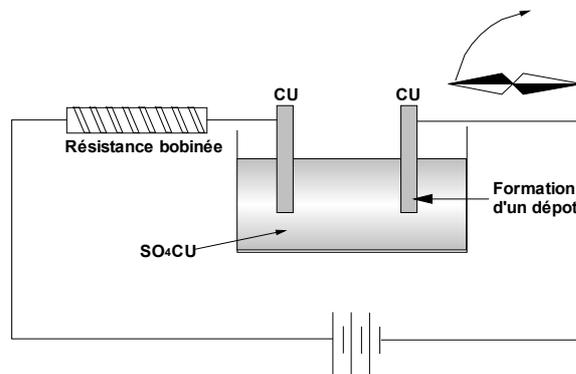
Tous corps est composés d'atomes.
Certains atomes libèrent plus facilement un électron que d'autres.
Ces corps sont appelés conducteurs.
La masse du proton est 1840 fois plus grande que l'électron.

Une charge d'électron = $1,6 \times 10^{-19}$ coulombs

Si on relie les pôles PLUS et MOINS d'une batterie, le flux d'électrons s'établit et le courant électrique prend naissance. (la lampe éclaire)



4.1 MISE EN EVIDENCE DU COURANT ELECTRIQUE



SO₄Cu = Sulfate de cuivre
Cu = Cuivre

le courant électrique se manifeste par trois effets:

- effet **calorifique / Echauffement de la résistance**
- effet **chimique la solution SO₄ CU est décomposée**
- effet **magnétique L'aiguille de la boussole dévie**

Le courant électrique circule du plus vers le moins à l'extérieure du générateur

4.2 QUANTITE D'ELECTRICITE

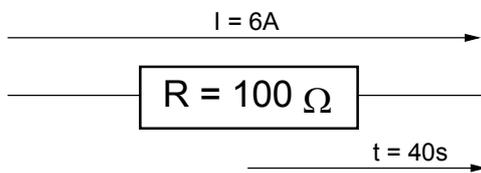
$Q = I t$

t

Q = coulomb I = ampère t = secondes
1 Ah = 3600 coulombs

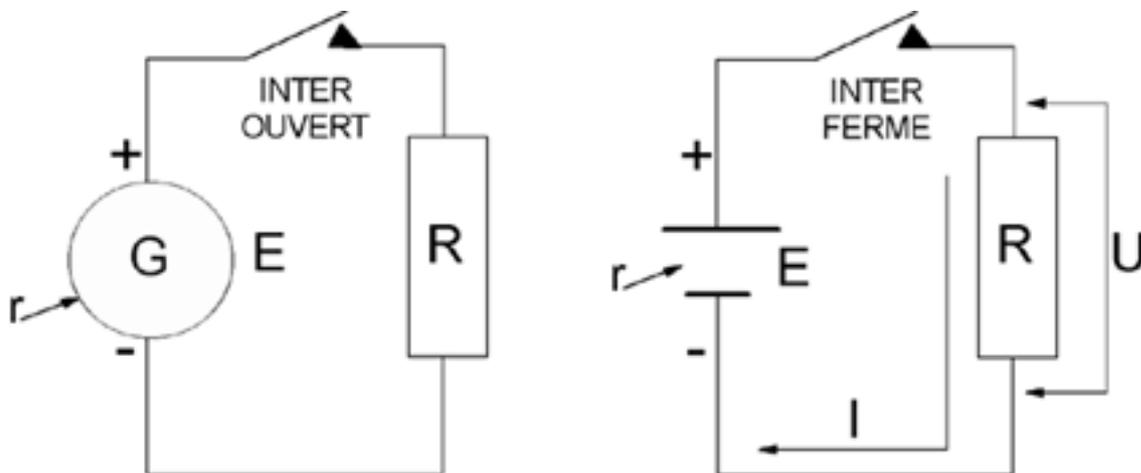
Exemple

Calculer la quantité d'électricité ?



$Q = I \times t$ $Q = 6 \times 40 = 240$ Coulombs

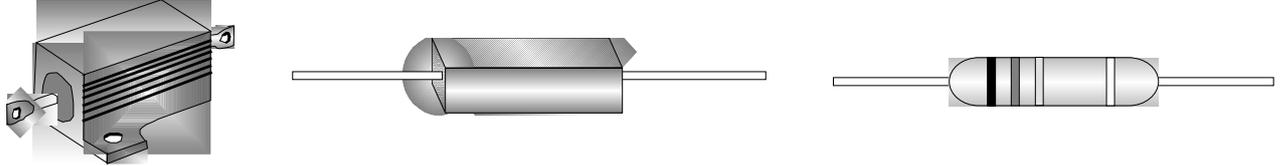
5 F.E.M (force électromotrice)



Soit un générateur dont la fem (force électromotrice) est = E.
E est la ddp en circuit à vide du générateur.
On peut écrire les relations suivantes, quand l'interrupteur est fermé.

$E = U + rI$
$U = E - rI$

6 RESISTANCES



6.1 TENSION DE BRUIT

Elle est produite par l'agitation thermique des molécules formant la résistance. Les résistances bobinées ou à couche métal produisent une tension de bruit très faible. A l'inverse, les résistances agglomérées ou à carbone produisent une tension de bruit plus importante. Elle se mesure en microvolts par volt.

6.2 STABILITE

La stabilité d'une résistance dans le temps est très importante pour les résistances de précision.

6.3 RESISTANCES BOBINEES

Elles sont en général en nickel chrome ou en constantan bobinées sur un support. Elles possèdent une très bonne stabilité. Elles sont utilisables sous une température élevée et produisent une tension de bruit négligeable. Par contre, elles ne sont pas utilisables en HF car elles réagissent comme une self.

6.4 RESISTANCES A COUCHE CARBONE

Ce sont des résistances à couche carbone par dépôt on utilise la pyrolyse. Il s'agit d'un mélange de carbone et d'isolant qui se comporte alors comme une résistance agglomérée, ceci pour les premiers modèles. La méthode par cracking de carbone (pyrolyse) est la plus utilisée. Les résistances sont passées dans un four, à production continue, soit un four tunnel continu.

6.5 RESISTANCES A COUCHE METAL

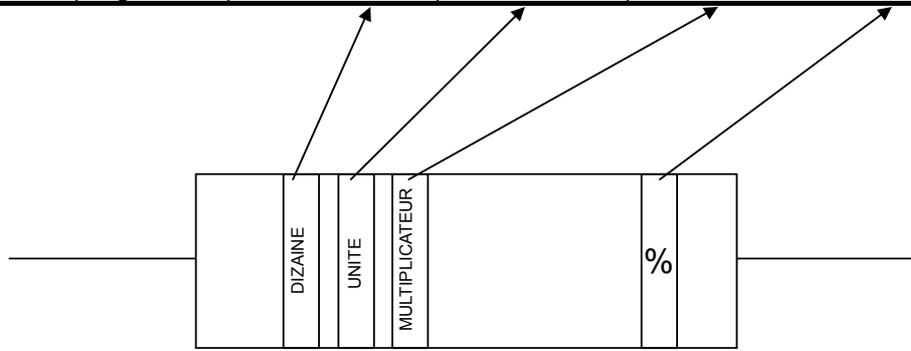
La couche est en métal et déposée par évaporation sous vide. Elles ont une grande stabilité et un faible coefficient de bruit.

6.6 RESISTANCES AGGLOMEREES

Il s'agit d'un mélange de carbone d'isolant et de résine synthétique agglomérée à chaud dans un tube généralement en Bakélite. Elles sont très robustes et économiques. Toutefois, elles sont sensibles à l'humidité. En HF, elles sont moins selfiques que les résistances à couche spiralées.

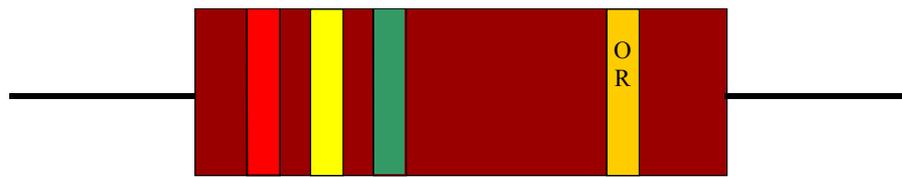
6.7 CODE DES COULEURS

Mnémotechnique	Couleur	1ère bague chiffre dizaine	2ème bague chiffre unité	3ème bague multiplicateur	4ème bague tolérance
Ne	Noir	0	0	X1	
Mangez	Marron	1	1	X10	± 1%
Rien	Rouge	2	2	X100	± 2%
Ou	Orange	3	3	X1 000	
Je	Jaune	4	4	X10 000	
Vous	Vert	5	5	X 100 000	
Battrai	Bleu	6	6	X 1 000 000	
Violemment	Violet	7	7	X 10 000 000	± 20%
Grand	Gris	8	8	X 100 000 000	
Bêta	Blanc	9	9	X 1 000 000 000	± 5%
	Or			X 0,1	± 10%
	Argent				



Exemple :

Déterminer la valeur de la résistance suivante



Rouge = 2 (chiffre des dizaines)
 Jaune = 4 (chiffre des unités)
 Vert = (multiplicateur) 100 000
 Or = 5% tolérance)

Cette résistance est égale à 2 400 000 Ω ou 2,4M Ω

6.8 SÉRIE

La résistance équivalente est égale à la somme de toutes les résistances



$$\mathbf{R_{\text{eq}} = R1 + R2 + R3 + R4}$$

Nota: La valeur de la résistance équivalente est plus grande que la plus grande des résistances

Exemple :

Calculer R_{eq} sachant que

$$R1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 150 \Omega$$

$$R3 = 47 \text{ M}\Omega$$

$$R4 = 50 \Omega$$

1° Réduire dans la même unité

$$R2 = 150 \Omega$$

$$R3 = 47\,000\,000 \Omega$$

$$R4 = 50 \Omega$$

2° on applique la formule

$$R_{\text{eq}} = R1 + R2 + R3 + R4$$

$$R_{\text{eq}} = 10\,000 + 150 + 47\,000\,000 + 50 = 47\,010\,200 \Omega$$

ou 47,010 200 M Ω

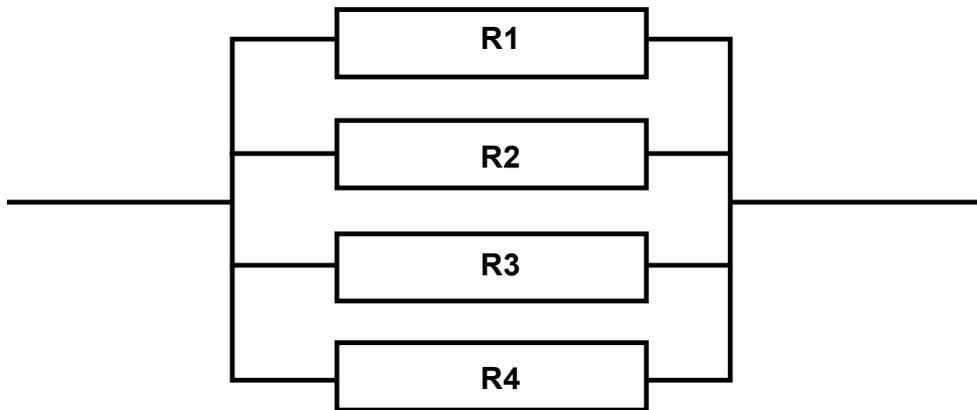
6.9 PARALLELE

$$1/R_{\text{éq}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4$$

Nota :

Si plusieurs résistances ont la même valeur la résistance équivalente est égale à la valeur d'une résistance divisée par le nombre de résistance

La résistance équivalente est toujours plus petite que la plus petite des résistances en parallèle



Exemple : : Calculer $R_{\text{éq}}$ sachant que

$$R_1 = 10 \Omega \quad R_2 = 100 \Omega \quad R_3 = 1K \Omega \quad R_4 = 50 \Omega$$

1° Réduire dans la même unité

$$R_1 = 10\,000 \Omega \quad R_2 = 100 \Omega \quad R_3 = 1000 \Omega \quad R_4 = 50 \Omega$$

2° on applique la formule

On pense à réduire au même dénominateur

$$1/R_{\text{éq}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4$$

$$1/R_{\text{éq}} = 1/10000 + 1/100 + 1/1000 + 1/50$$

On prend comme dénominateur commun 10 000

$$1/R_{\text{éq}} = 1/10\,000 + 100/10\,000 + 10/10\,000 + 200/10\,000 = 311/10\,000$$

$$1/R_{\text{éq}} = 311/10\,000 \text{ Ceci est } 1/R_{\text{éq}}$$

pour calculer $R_{\text{éq}}$ la formule devient

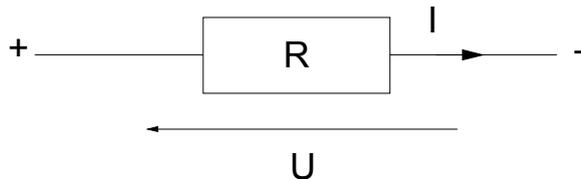
$$R_{\text{éq}} = 10\,000/311 = 32,154 \Omega$$

Le résultat est bien plus petit que la plus petite des résistances en parallèle

7 LOI D'OHM

La tension se mesure entre deux points et se dessine comme une flèche entre deux points. La pointe de la flèche est dirigée vers la tension la plus élevée. L'intensité se mesure en un point et se dessine comme une flèche sur le circuit. Les sens de la flèche indique le sens du courant (du + vers le -).

Les flèches de tension et d'intensité sont donc en sens opposé.

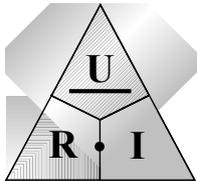


Un courant qui traverse une résistance provoque une chute de tension U aux bornes de la résistance

Soit une résistance R parcourue par un courant d'intensité I. Conformément à la loi d'ohm, il apparaît aux bornes de cette résistance une d. d. p :

$$U = R \cdot I$$

U en Volts, R en ohms, I en Ampères



On cache d'un doigt l'inconnue et on obtient la formule

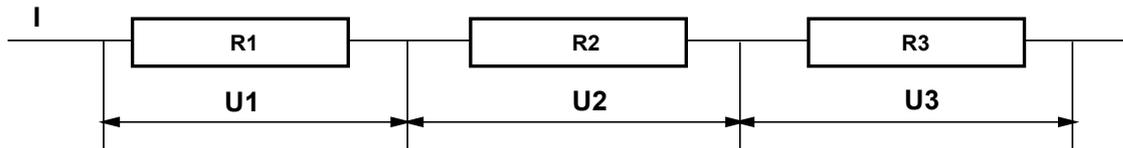
8 RESUME

	Groupement en série	Groupement en parallèle
Schéma		
Résistance équivalente	$R_{\text{éq}} = R_1 + R_2 + \dots \text{etc}$	$R_{\text{éq}} = R_1 \times R_2 / R_1 + R_2$ ou $1 / R_{\text{éq}} = 1 / R_1 + 1 / R_2 + \dots \text{etc}$
Tension	Prorata des résistances $U_{R1} = U_{\text{éq}} \times (R_1 / R_t)$ $U_t = U_{R1} + U_{R2} + \dots \text{etc}$	Constante $U_t = U_{R1} = U_{R2} = \dots \text{etc}$
Intensité	Constante $I_t = I_{R1} = I_{R2} = \dots \text{etc}$	Prorata inverse des résistances $I_{R1} = I_t \times (R_t / R_1)$ $I_t = I_{R1} + I_{R2} + \dots \text{etc}$

9 LOI DE KIRCHHOFF

9.1 RESISTANCE EN SERIE

L'intensité traverse les résistances est la même



Exemple

Calculer les tensions U1, U2, U3 sachant que

$$U = 24V \quad R1 = 2 \Omega \quad R2 = 4 \Omega \quad R3 = 6 \Omega$$

Pour calculer U1, U2, U3 on applique la loi d'ohm à chaque résistance

$$1^\circ \text{ Calculer } I \quad U = R_t \cdot I \quad U/R_t = I \quad 24/12 = 2A$$

$$2^\circ \text{ Calculer } U1 = R1 \cdot I \quad U1 = 2 \cdot 2 = 4V$$

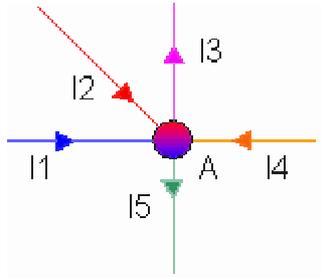
$$3^\circ \text{ Calculer } U2 = R2 \cdot I \quad U2 = 4 \cdot 2 = 8V$$

$$4^\circ \text{ Calculer } U3 = R3 \cdot I \quad U3 = 6 \cdot 2 = 12V$$

$$\mathbf{U_t = U1 + U2 + U3}$$

La tension totale est égale à la somme des tensions aux bornes de chaque résistance
L'intensité est la même dans toutes les résistances

9.2 LA LOI DES NŒUDS



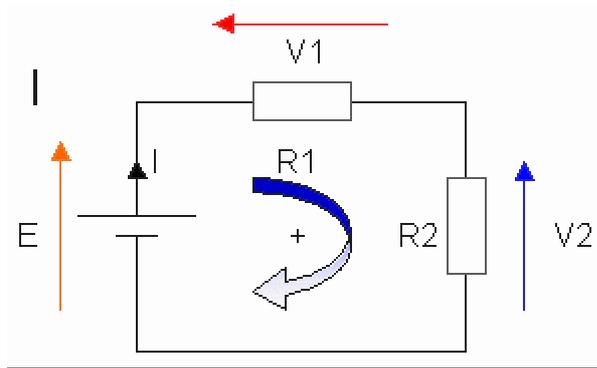
Soit

- le point de connexion ou nœud A,
- les courants I1, I2, I3, I4 et I5.

La somme des courants arrivants à un nœud est égale à la somme des courants sortants de ce nœuds.

Dans l'exemple ci-contre : $I1 + I2 + I4 = I3 + I5$

9.3 LA LOI DES MAILLES



E, V1 et V2, les tensions des éléments de la maille, ont été choisi arbitrairement.

On décrit la maille dans le sens choisi et on écrit que la somme algébrique des tensions rencontrées est nulle.

- tension opposée au sens : signe -
- tension dans le même sens : signe +

Dans l'exemple ci-contre :

$$E - V1 - V2 = 0$$

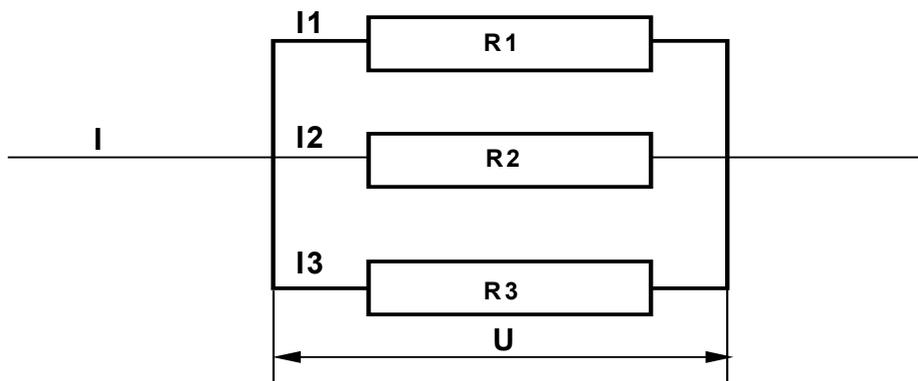
10 RESISTANCE EN PARALLELE

La tension est la même aux bornes de toutes les résistances
L'intensité est différente dans les résistances selon leur valeur

Exemple

Calculer I1, I2, I3 sachant que

$$U = 24V \quad R1 = 2 \Omega \quad R2 = 4 \Omega \quad R3 = 6 \Omega$$



I Totale est égale à la somme des intensités dans chaque branche

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3$$

Calculons I pour cela on applique la loi d'ohm à chaque résistance

$$U = R \cdot I \quad I = U/R$$

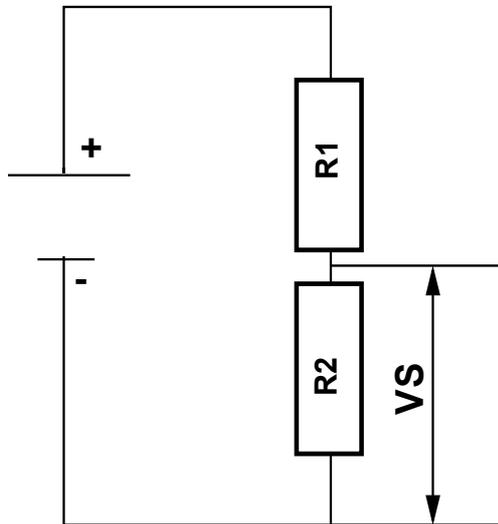
$$I_1 = U/R_1 \quad I_1 = 24/2 = 12A$$

$$I_2 = U/R_2 \quad I_2 = 24/4 = 6A$$

$$I_3 = U/R_3 \quad I_3 = 24/6 = 4A$$

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 \quad I_t = 12 + 6 + 4 \quad I_t = 22A$$

11 DIVISEUR DE TENSION (Pont diviseur)



$$V_S = (R_2 / R_1 + R_2) \cdot V_E$$

Exemple :

Calculer la tension V_S sachant que

$$V_E = 10V \quad R_1 = 10 \Omega \quad R_2 = 15 \Omega$$

$$V_S = (15 / 15+10) \cdot 10 = 6V$$

Nota

On peu résonner de la façon suivante

Si on à 6V pour 15 Ω
pour 1 Ω 15 fois moins soit 0,4V
et pour 10 Ω dix fois plus soit 0,4V . 10 = 4V

12 RÉSISTANCE D'UN CONDUCTEUR

1° Une résistance à pour unité l'Ohm et pour symbole Ω

2° Elle dissipe une énergie qui s'exprime en WATT et qui à pour symbole W

La résistance d'un conducteur est proportionnelle à sa longueur, à sa résistivité et inversement proportionnelle à sa section.

La résistance du conducteur dépend des trois paramètres suivants :

- 1) La résistivité du métal ; du conducteur en $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ Symbolisée par la lettre grecque rho ρ
- 2) Sa longueur L en mètres (m)
- 3) Sa section S en mm^2

$$R = \rho L / S$$

Exemple :

Calculer la Résistivité d'un fil

soit un fil de cuivre de 80 mètres de long et 1mm^2 de section

Résistivité cuivre = $0,016 \Omega/\text{mm}^2/\text{m}$

$$R = \rho L/S \quad R = 0,016 \times 80/1 = 1,28 \Omega$$

13 LES SELFS



13.1 SERIE

La self équivalente est égale à somme de toutes les selfs



$$L_{\text{eq}} = L1 + L2 + L3 + L4$$

Exemple :

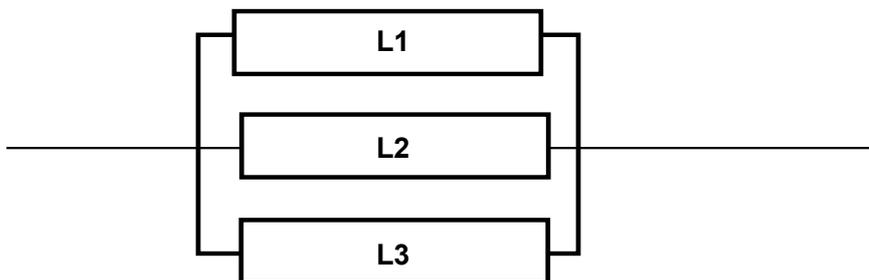
Calculer L_{eq} sachant que

$$L1 = 10 \mu\text{H} \quad L2 = 250 \mu\text{H} \quad L3 = 20 \text{ mH} \quad L4 = 50 \text{ mH}$$

1° Réduire dans la même unité : $L1 = 10 \mu\text{H}$ $L2 = 250 \mu\text{H}$ $L3 = 20\,000 \mu\text{H}$ $L4 = 50\,000 \mu\text{H}$

2° on applique la formule : $L_{\text{eq}} = L1 + L2 + L3 + L4$ $L_{\text{eq}} = 10 + 250 + 20\,000 + 50\,000 = 70\,260 \mu\text{H}$

13.2 PARALLELE



$$1/L_{\text{eq}} = 1/L1 + 1/L2 + 1/L3 + 1/L4$$

Le résultat est toujours plus petit que la plus petite des selfs en //
Si plusieurs selfs en // ont la même valeur le résultat est égale a
la valeur de la self divisé par le nombre de self

13.3 Exemple :

Calculer L_{eq} sachant que

$$L1 = 10 \text{ mH} \quad L2 = 2 \text{ mH} \quad L3 = 6 \text{ mH} \quad L4 = 20 \text{ } \mu\text{H}$$

1° Réduire dans la même unité

$$L1 = 10\,000 \text{ } \mu\text{H} \quad L2 = 2 \text{ } \mu\text{H} \quad L3 = 6\,000 \text{ } \mu\text{H} \quad L4 = 20 \text{ } \mu\text{H}$$

2° on applique la formule

On pense à réduire au même dénominateur

$$1/L_{\text{eq}} = 1/L1 + 1/L2 + 1/L3 + 1/L4$$

$$1/L_{\text{eq}} = 1/10000 + 1/2 + 1/6000 + 1/20$$

On prend comme dénominateur commun 60 000

$$1/L_{\text{eq}} = 6/60\,000 + 30\,000/60\,000 + 10/60\,000 + 3000/60000 = 33016/60\,000$$

$$1/L_{\text{eq}} = 33016/60\,000 \text{ Ceci est } 1/L_{\text{eq}}$$

pour calculer L_{eq} la formule devient

$$L_{\text{eq}} = 60\,000/33016 = 1,817 \text{ } \mu\text{H}$$

Remarque

Le résultat est bien plus petit que la plus petite des selfs en parallèle

14 LOI DE JOULES

Dans l'intervalle de temps « t » cette résistance consomme une énergie électrique

$$W = UIt$$

On sait, d'autre part, qu'une résistance est un récepteur qui restitue en chaleur la totalité de l'énergie électrique qu'il a consommée.

Énergie électrique consommée = Énergie thermique restituée.

Par suite, la résistance R dissipe une énergie thermique.

$$W = UIt = RIIt = RI^2t$$

De cette relation on déduit la loi de joule $W = RI^2t$

W en joules

U en volts

I en ampères

t en secondes

1 Wh = 3600 joules

15 PUISSANCES

La puissance électrique c'est l'énergie électrique consommée ou dissipée pendant une seconde

15.1 VARIATION DE LA PUISSANCE EN FONCTION DE L'INTENSITE

$$P = RI^2$$

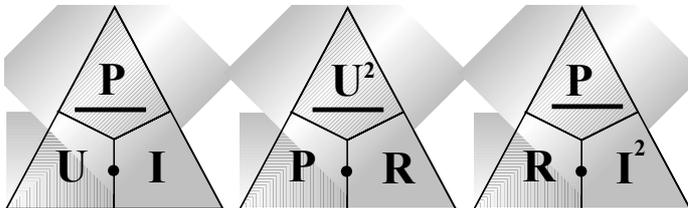
15.2 VARIATION DE LA PUISSANCE EN FONCTION DE U

$$P = U^2 / R$$

15.3 VARIATION DE LA PUISSANCE EN FONCTION DE U et de I

$$P = UI$$

P en watts U en volts R en Ohms I en ampères



On cache d'un doigt l'inconnue et on obtient la formule

Exemple 1 :

Soit une résistance de 1 500 Ω parcourue par un courant 0,1 A.

Quelle est la tension à ses bornes ?

Quelle est sa puissance dissipée ?

Réponse : $U = R \times I = 1\,500 \times 0,1 = 150\text{ V}$

$P = U \times I = 150 \times 0,1 = 15\text{ W}$ Ou $P = R \times I^2 = 1\,500 \times 0,1 \times 0,1 = 15\text{ W}$

Ou encore $P = U^2 \times R = (150 \times 150) / 1\,500 = 22\,500 / 1\,500 = 15\text{ W}$

Exemple 2 :

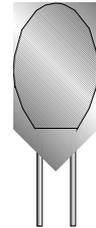
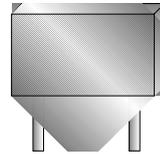
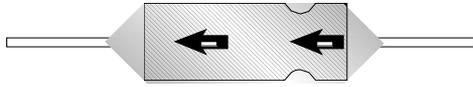
Soit une résistance X parcourue par un courant de 0,05 A. et de tension 2 V.

Quelle est sa puissance dissipée ?

$P = U \times I = 2 \times 0,05 = 0,1\text{ W}$

$R = U / I = 2 / 0,05 = 40\ \Omega$

16 LES CONDENSATEURS



16.1 TECHNOLOGIE

Le marquage des condensateurs peut être effectuée en toutes lettres ou selon un code des couleurs variant avec la nature du diélectrique. Dans tous les cas, la tension maximale d'utilisation est indiquée. Un condensateur peut être fixe, variable ou ajustable. Un condensateur fixe peut être aussi polarisé (indication d'un + et d'un -).

16.1.1 CONDENSATEURS AU PAPIER

Deux feuilles d'aluminium pur sont bobinées ensemble et séparées par plusieurs feuilles d'un papier spécial. Une imprégnation est effectuée soit à la cire microcristalline, soit à l'huile minérale ou synthétique. La protection est en général assurée par un tube.

16.1.2 CONDENSATEURS AU PAPIER METALLISE

On dépose une fine couche d'aluminium ou de zinc sur le papier afin de réduire le volume du condensateur précédent.

16.1.3 CONDENSATEURS A FIM PLASTIQUE

Ils sont en polystyrène ou en polyester (Nylon, Térylène). Ils tiennent des températures élevées et possèdent une résistance d'isolement très importante.

16.1.4 CONDENSATEURS AU POLYCARBONATE

Ils tiennent une forte température (jusqu'à 125°), mais sont sensibles à l'humidité. Leur résistance d'isolement est très élevée.

16.1.5 CONDENSATEURS AU MICA

Ils sont les meilleures caractéristiques pour l'emploi en HF et admettent souvent des puissances importantes.

16.1.6 CONDENSATEURS CERAMIQUES

Ils sont excellents en HF et leur gamme est très vaste. Ce sont en général des condensateurs moulés, cuits à haute température.

16.1.7 CONDENSATEURS ELECTROLYTIQUES

Ils ne sont utilisables qu'en basse fréquence, leur perte augmentant très vite. On les utilise le plus souvent en filtrage, découplage ou polarisation.

16.1.8 CONDENSATEURS ELECTROLYTIQUES AU TANTALE

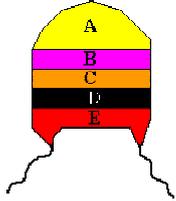
C'est le même principe que pour le précédent. Ils possédant une sécurité absolue d'emploi, un courant de fuite très faible et admettent des températures jusque 200° C.

16.1.9 CONDENSATEURS VARIABLES

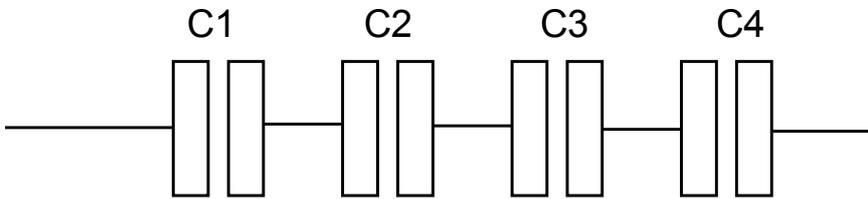
Ils permettent l'accord de circuits oscillants sur des fréquences déterminées. Ils sont le plus souvent utilisés en transmission.

17 CODE DES COULEURS

Couleur	(A) 1 ^{er} Chiffre	(B) 2 ^{ème} Chiffre	(C) Multiplicateur	(D) Tolérance	(E) Tension
Noir	0	0	X 1	Noir +/- 20%	
Marron	1	1	X 10		
Rouge	2	2	X 100		Rouge 250 Volts
Orange	3	3	X 1 000		
Jaune	4	4	X 10 000		Jaune 400 Volts
Vert	5	5	X 100 000		
Bleu	6	6	X 1000 000		
Violet	7	7	X 10 000 000		
Gris	8	8	X 100 000 000		
Blanc	9	9	X 1 000 000 000	Blanc +/- 10%	

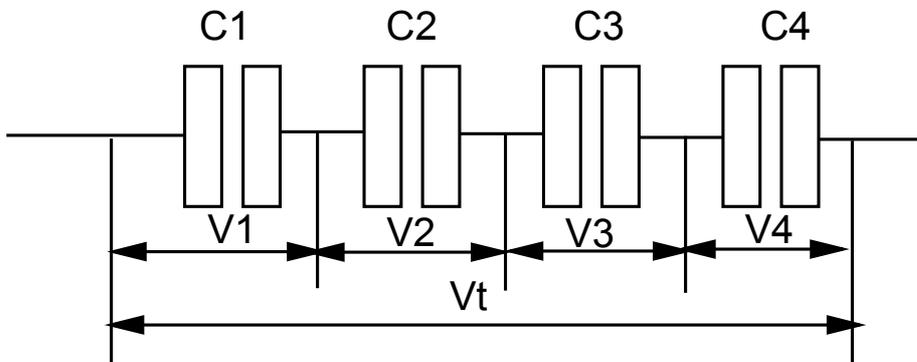


17.1 EN SÉRIE



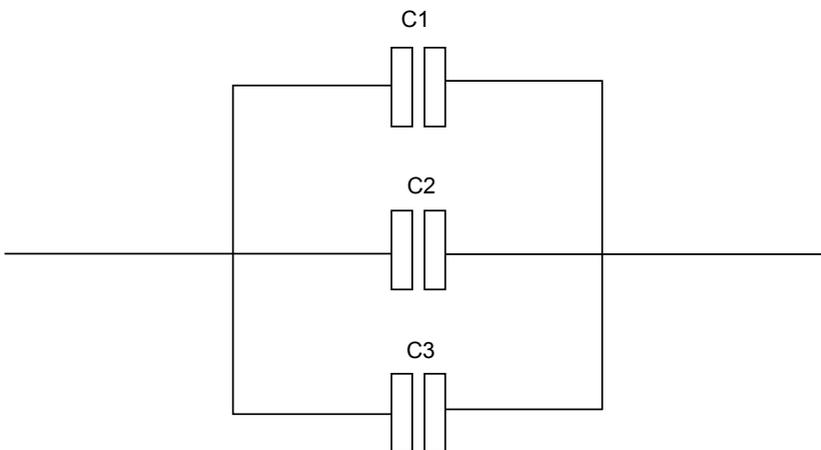
$$1/C_{\text{éq}} = 1/C1 + 1/C2 + 1/C3 + 1/C4 + \dots + 1/Cn$$

17.1.1 REPARTITION TENSIONS AUX BORNES DES CONDENSATEURS



$V1 = C_{\text{éq}} / C1 \times Vt$	$V2 = C_{\text{éq}} / C2 \times Vt$
$V3 = C_{\text{éq}} / C3 \times Vt$	$V4 = C_{\text{éq}} / C4 \times Vt$

17.2 EN PARALLELE



$$C_{\text{éq}} = C1 + C2 + C3$$

18 RESUME

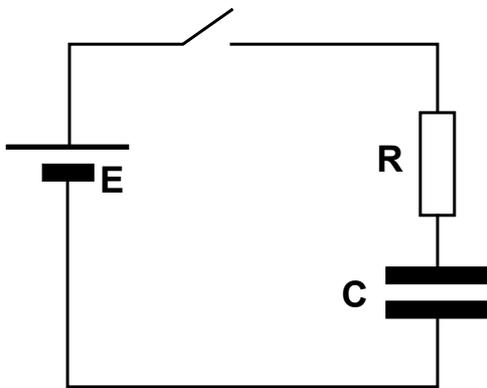
CAPACITE SERIE $1/C_{\text{éq}} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$	RESISTANCE SERIE $R_{\text{éq}} = R_1 + R_2 + R_3$	SELF SERIE $L_{\text{éq}} = L_1 + L_2 + L_3$
CAPACITE PARALLELE $C_{\text{éq}} = C_1 + C_2 + C_3$	RESISTANCE PARALLELE $1/R_{\text{éq}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$	SELF PARALLELE $1/L_{\text{éq}} = 1/L_1 + 1/L_2 + 1/L_3$

18.1 ENERGIE EMMAGASINEE PAR UN CONDENSATEUR

$$W = 0,5 \times C \times U^2$$

W en joules C en farads U en volts

18.2 CHARGE D'UN CONDENSATEUR A TRAVERS UNE RESISTANCE



Soit un condensateur parfait C. La résistance totale du circuit R est constante.
On charge le condensateur avec un générateur E.

Lorsqu'on ferme l'interrupteur la charge du condensateur n'est pas instantanée.
Elle est rapide si la constante de temps du circuit est faible, elle est lente si cette constante de temps est grande.

$$\theta = R \times C \quad \text{ou} \quad T = R \times C$$

T temps en seconde, R résistance en Ohm , C en farad

Quantité d'électricité emmagasinée

$$Q = C U$$

Q en Coulomb

C en Farad

U en Volt

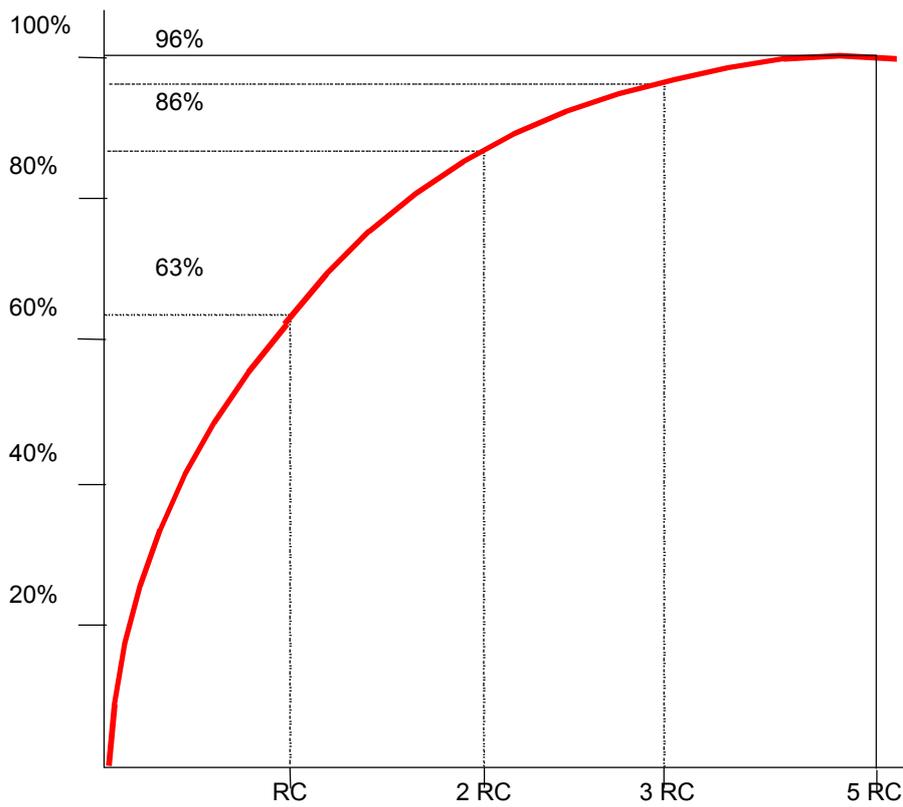
1 AH = 3600 Coulombs

18.3 CHARGE ET DECHARGE D'UN CONDENSATEUR

18.3.1 CHARGE

RC = 63% 2RC = 86% 3RC = 96% 5RC = 100%

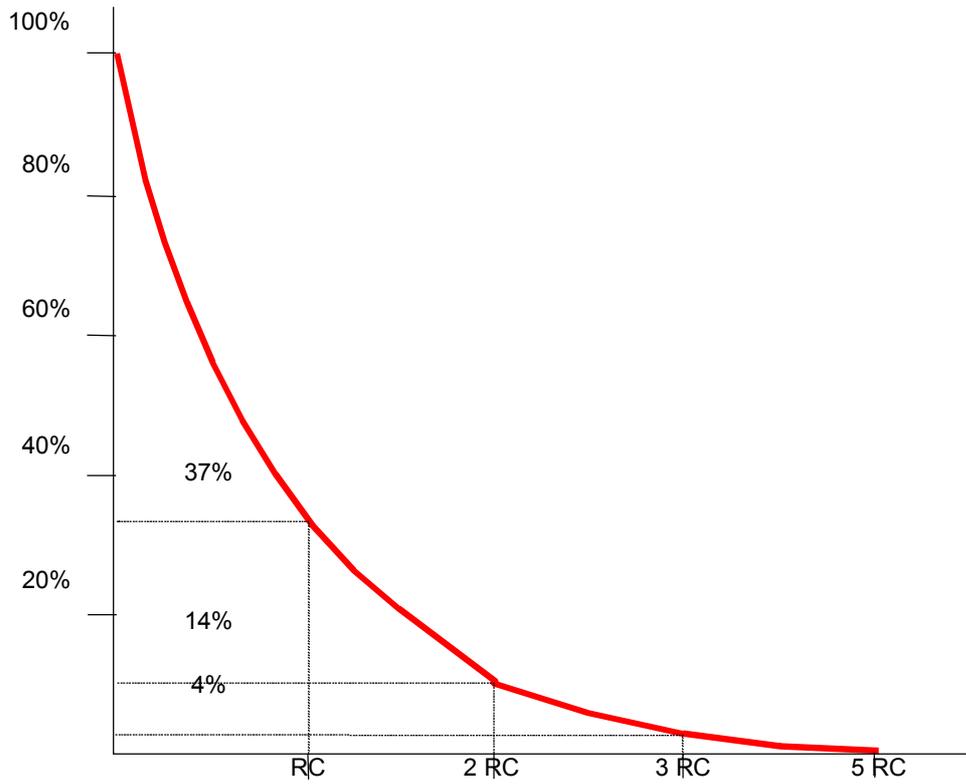
V Tension en % aux bornes de la capa RC Constante de temps



18.3.2 DECHARGE

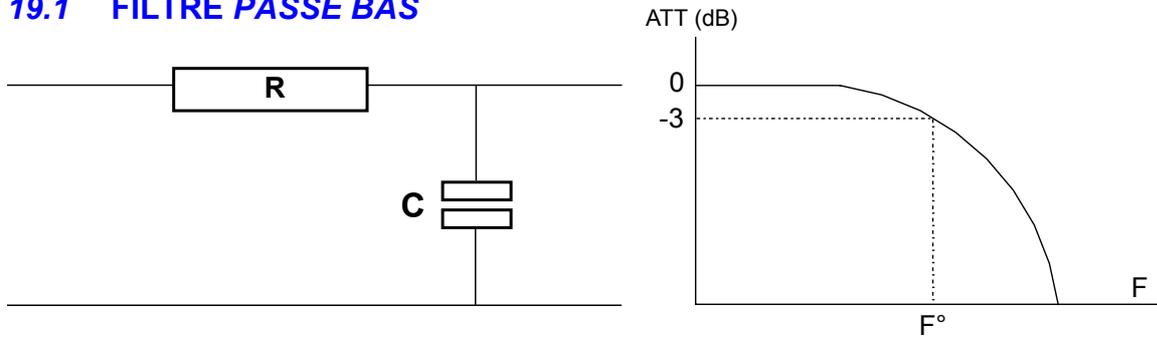
RC = 37% 2RC = 14% 3RC = 4% 5RC = 0%

V Tension en % aux bornes de la capa RC Constante de temps



19 FILTRES

19.1 FILTRE PASSE BAS



Laisse passer les fréquences inférieures à la fréquence de coupure F°

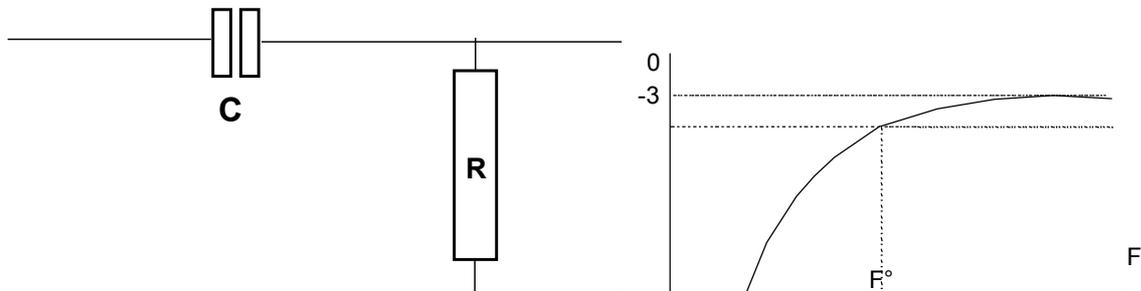
$$F^\circ = 1 / 2\pi RC$$

R en Ohm

C en Farad

F° en Hertz

19.2 FILTRE PASSE HAUT



Laisse passer les fréquences supérieures à la fréquence de coupure F°

$$F^\circ = 1 / 2\pi RC$$

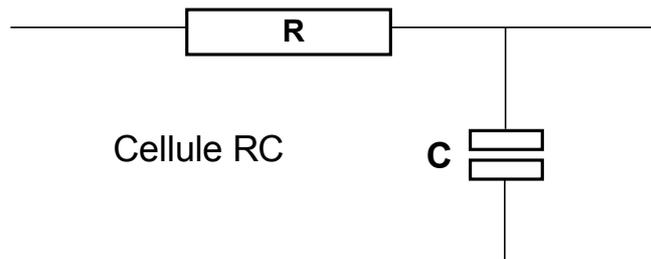
R en Ohm

C en Farad

F° en Hertz

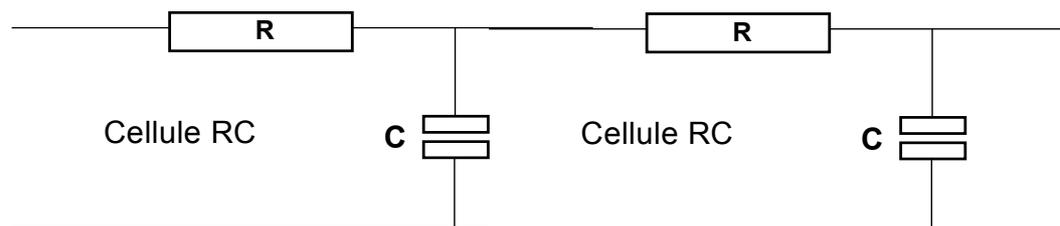
19.3 ATTENUATION DES FILTRES RC

19.3.1 ATTENUATION UNE CELLULE



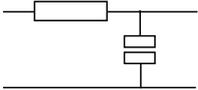
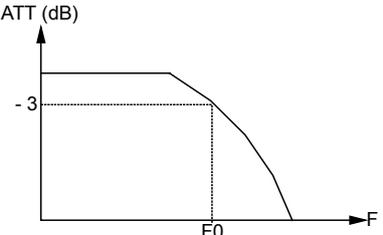
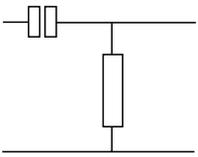
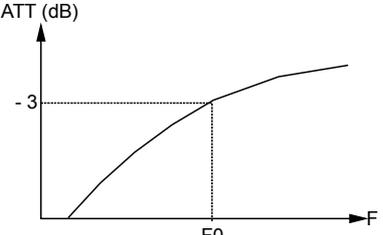
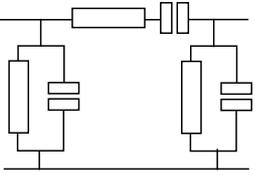
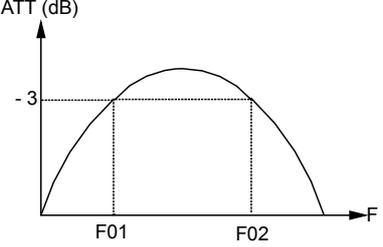
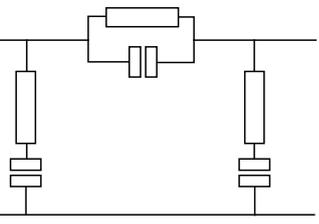
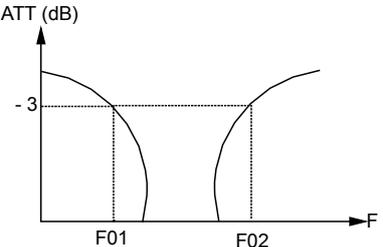
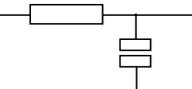
L'atténuation d'une cellule RC est de 6dB par octave

19.3.2 ATTENUATION DEUX CELLULES



L'atténuation de deux cellules RC est de 12dB par octave

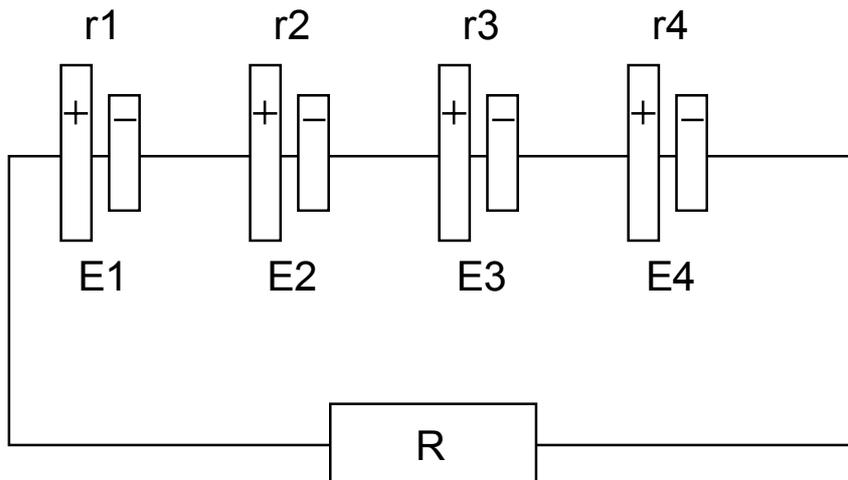
19.3.3 RESUME

<p style="text-align: center;">PASSE BAS</p> 		$F_0 = \frac{1}{2 \pi RC}$ <p>Laisse passer les fréquences inférieures à la fréquence de coupure</p>
<p style="text-align: center;">PASSE HAUT</p> 		$F_0 = \frac{1}{2 \pi RC}$ <p>Laisse passer les fréquences isupérieures à la fréquence de coupure</p>
<p style="text-align: center;">PASSE BANDE</p> 		<p style="text-align: center;">PAS A L'EXAMEN</p> <p>Laisse passer les fréquences comprises entre les deux fréquences de coupures</p>
<p style="text-align: center;">COUPE BANDE</p> 		<p style="text-align: center;">PAS A L'EXAMEN</p> <p>Atténue + ou - fortement les fréquences comprises entre les deux fréquences de coupures F01 et F02</p>
<p style="text-align: center;">CELLULE RC</p> 	<p>Une cellule RC atténuée de 6dB chaque fois que la fréquence est doublée 2RC = 12 dB / octave 3RC = 18 dB / octave etc ...</p>	

20 GROUPEMENT PILES, ACCUS, BATTERIES

20.1 EN SERIE

Pour grouper en série on connecte toujours un plus avec un moins, pour obtenir à chaque extrémité un plus et un moins



R = résistance interne du circuit extérieure

E = f. e. m (force électromotrice aux bornes d'une pile, accu, batterie)

r = résistance interne de chaque élément de la pile, accu, batterie

rt = résistance équivalente des résistances internes de chaque pile, accu, batterie

Rt = résistance totale du circuit (c'est la résistance du circuit extérieure plus les résistances internes de chaque piles, accus, batteries)

I = intensité dans le circuit

Et = f. e. m totale à chaque extrémité un fois toutes les piles, accus , batteries connectés

$$E_t = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$$

$$r_t = r_1 + r_2 + r_3 + r_4$$

Pour calculer Ion applique la loi d'ohm. $U = R_t \cdot I$ SOIT $I = U/R_t$

Exemple :

Chaque pile, accu, batterie = 5V

Chaque pile, accu, batterie résistance interne = 0,2 Ω

R = 6 Ω résistance interne du circuit extérieure

calculer Et ?

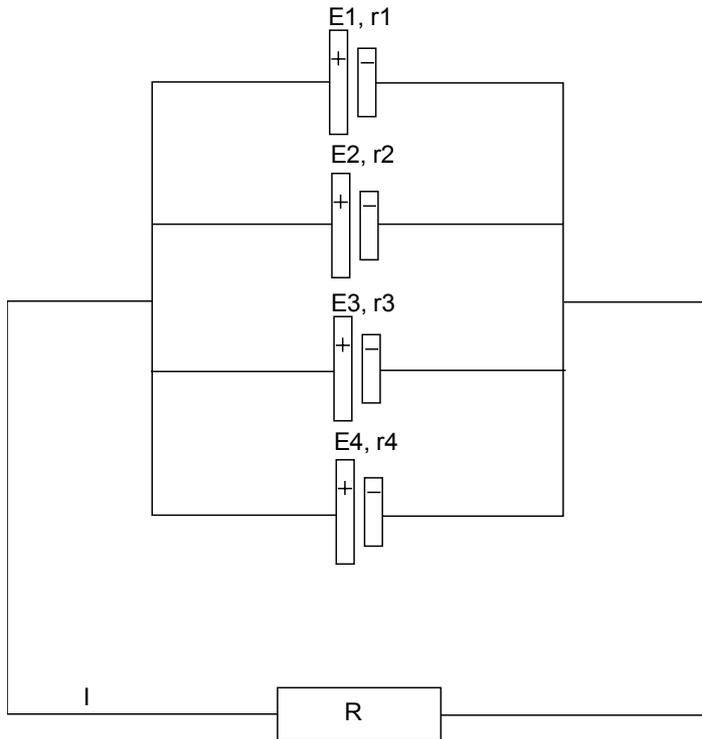
calculer l'intensité ?

$$R_t = 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 6 = 6,8 \Omega$$

$$U = E_t = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$$

$$E_t = 5 + 5 + 5 + 5 = 20V$$

20.2 EN PARALLELE



R = résistance interne du circuit extérieure

E = f. e. m (force électromotrice aux bornes d'une pile, accu, batterie)

r = résistance interne de chaque élément de la pile, accu, batterie

rt = résistance équivalente des résistances internes de chaque pile, accu, batterie

Rt = résistance totale du circuit (c'est la résistance interne du circuit extérieure plus les résistances internes de chaque piles, accus, batteries

I = intensité dans le circuit

Et = f. e. m totale à chaque extrémité un fois toutes les piles, accus , batteries connectés

$$E_{\text{éq}} = E1 = E2 = E3 = E4$$

$$R_{\text{éq}} (\text{piles, accus, batteries}) = r1 = r2 = r3 = r4$$

La tension aux bornes de chaque pile, accus, batteries est la même

L'intensité aux bornes de chaque pile, accus, batteries est la même

Rt = réq (piles, accus, batteries) + R interne du circuit extérieure

soit $1/R_{\text{éq}} = 1/R_{\text{éq}} (\text{piles, accus, batteries}) + 1/R$ interne du circuit extérieure

21 LES DECIBELS

Les Décibels (dB) sont un rapport entre deux puissances, exprimées en Watts

Un nombre de dB négatif indique une atténuation et non un gain.

Les décibels se calculent avec des logarithmes et possèdent donc leurs caractéristiques :ils transforment les gains successifs(multiplication) en addition, les pertes (division) en soustraction, les puissances en multiplication et les racines en division.

Sur les calculatrices, pour passer du gain au décibel : afficher le gain(ex : 30), utiliser la fonction LOG (résultat = 1,477) et multiplier par 10 (résultat = 14,77) gain de 20 = 14,77dB.

Pour passer des décibels au gain, afficher les décibels (ex : 12,diviser par 10 (résultat = 1,2) utiliser la fonction 10x (résultat =15,84).

Gain en dB	Rapport en Puissance	Rapport en Tension	Perte en dB	Perte en Puissance	Perte en Tension
0	1	1	0	0	0
1	1,25	1,118	-1	1/1,25 = 0,8	0,894
2	1,6	1,2649	-2	1/1,6 = 0,62	0,787
3	2	1,414	-3	1/2= 0,5	0,707
10	10	3,1622	-10	1/10 = 0,1	0,316
20	100	10	-20	1/100 = 0,01	0,1
30	1 000	31,622	-30	1/1000 = 0,001	0,0316
40	10 000	100	-40	1/10 000 = 0,0001	0,01
50	100 000	1 000	-50	1/100 000 =0,00001	0,00316
60	1 000 000	10 000	-60	1/1 000 000 = 0,000001	0,001

Le rapport en tension c'est la racine carré du rapport en puissance

21.1 GAIN EN PUISSANCE

On utilise la formule suivante que lorsque l'on connaît seulement la PUISSANCE d'entrée et de sortie

$$\mathbf{G \text{ dB} = 10 \log (P_s / P_e)}$$

P_s = Puissance de sortie P_e = Puissance d'entrée

Exemple

Calculer le gain en dB sachant que

Un émetteur à une puissance de sortie de 100 Watts et une puissance d'entrée de 20 Watts

On applique la formule

$$G = 10 \log (100/20)$$

$$G = 10 \log(5) \quad (\text{on calcule le log de 5 qui est } 0,69897)$$

$$G = 10 (0,69897) = 6,9897\text{dB}$$

21.2 GAIN EN TENSION

On utilise la formule suivante que lorsque l'on connaît seulement la TENSION d'entrée et de sortie

$$\mathbf{G \text{ dB} = 20 \log (U_s / U_e)}$$

U_s = Tension de sortie U_e = Tension d'entrée

Exemple

Calculer le gain en dB sachant que

Un émetteur à une tension de sortie de 75 Volts et une tension d'entrée de 20 Volts

On applique la formule

$$G = 20 \log (75/20) \quad G = 20 \log (3,75) \quad \text{on calcule le log de } 3,75 \text{ qui est } 0,5740312$$

$$G = 20 (0,5740312) = 11,480625\text{dB}$$

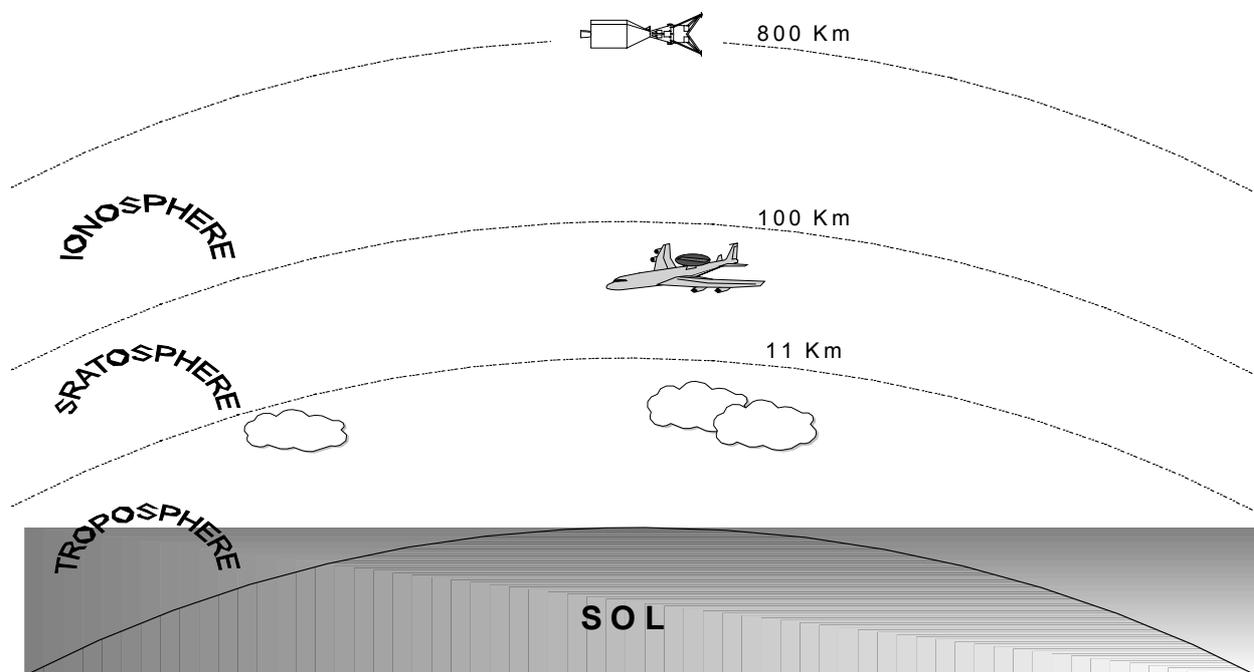
22 PROPAGATION, CABLES COAXIAUX, ANTENNES ET ADAPTATIONS

LF	30.....300KHz	Low Frequency	Basse Fréquence
MF	300....3000KHZ	Medium Frequency	Moyenne Fréquence
HF	3.....30MHz	High Frequency	Haute Fréquence
VHF	30.....300MHz	Very High Frequency	Trés Haute Fréquence
UHF	300.....30000MHz	Ultra High Frequency	Ultra Haute Fréquence
SHF	3.....30GHz	Super High Frequency	Super Haute Fréquence
EHF	30.....300GHz	Extremely High Frequency	Extra Haute Fréquence

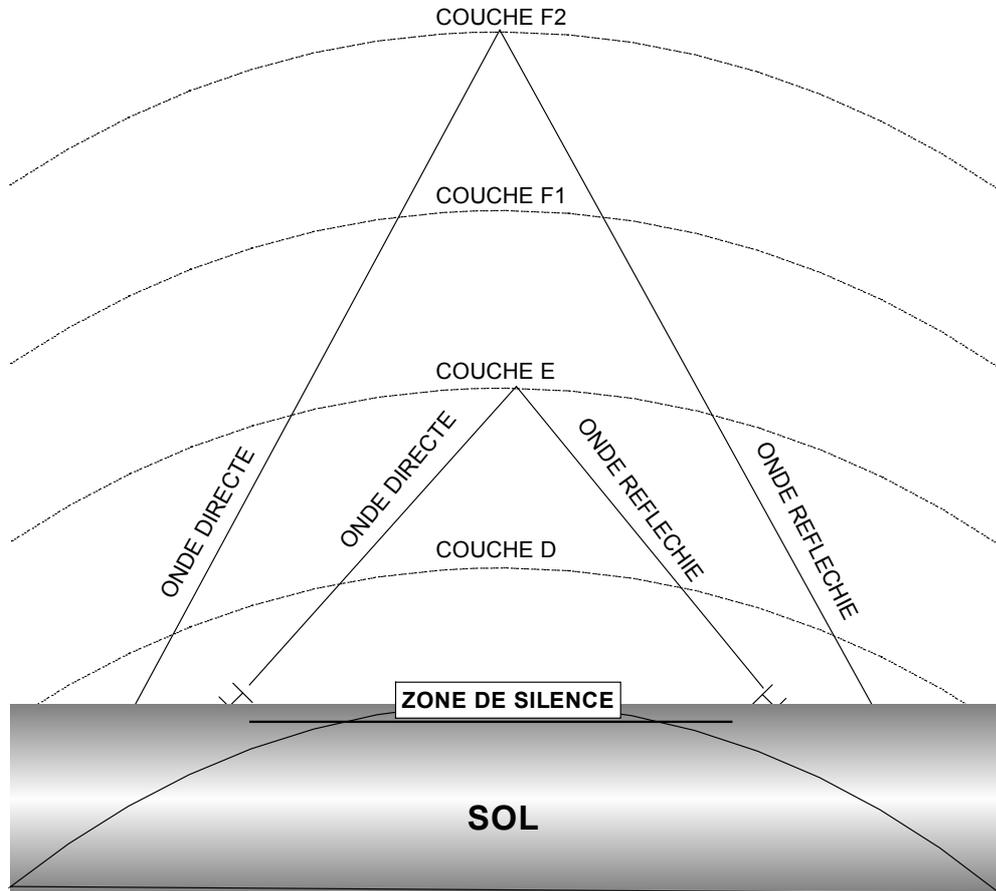
23 COUCHES ATMOSPHERIQUE

23.1 EXEMPLES DE LIAISONS

23.1.1 PRINCIPALES COUCHES DE L'ATMOSPHERE



23.1.2 PROPAGATION DES ONDES



23.1.3 PROPAGATION:

Les ondes peuvent se propager de différentes façons : en ondes directes les antennes sont en vue l'une et l'autre; en ondes de sol les ondes suivent le relief terrestre; en ondes réfléchies les ondes rebondissent sur les hautes couches de l'atmosphère, fortement ionisées (ionosphère, couches E et F), redescendent sur la terre, d'où elles sont une nouvelle fois renvoyées dans l'espace.

23.1.4 RELATION LONGUEUR D'ONDE / FREQUENCE

Les ondes se propagent dans le vide et dans l'air à la vitesse de la lumière (300.000 km/s).

La longueur d'onde est la distance entre deux points identiques d'une onde.

On a la relation $L(m) = 300.000.000/F(Hz)$ ou $L(m)=300/F(MHz)$ ou encore $F(MHz) = 300/L(m)$

24 LONGUEUR D'ONDE RADIOELECTRIQUE

Une antenne rayonne un signal alternatif (signal radioélectrique). Ce signal correspond à une longueur d'onde λ (lambda) qui correspond à la distance que parcourt le signal dans l'espace pendant un temps qui est égal à sa période

Remarque

Plus la fréquence du signal est élevée et plus la longueur d'onde sera courte

$$\lambda = 300 / F$$

F = Fréquence en Mégahertz

λ = Longueur d'onde en mètre

$$\lambda = 3 \cdot 10^8 / F$$

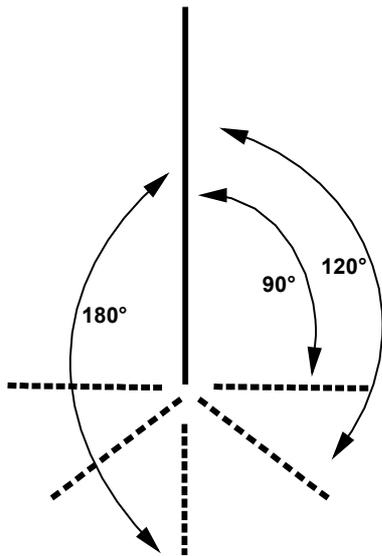
3×10^8 = Vitesse de la lumière dans le vide

λ = Longueur d'onde en mètre

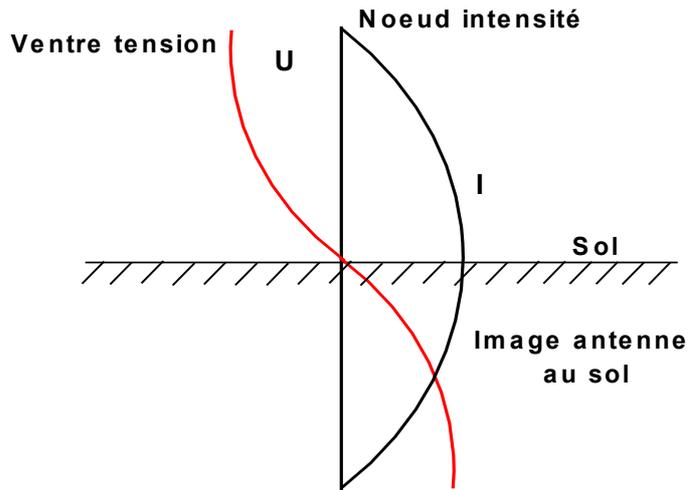
F = Fréquence en Hertz

25 ANTENNES

25.1 QUART D'ONDE



90° = 36 Ohms
 120° = 50 Ohms
 180° = 75 Ohms



25.1.1 DIAGRAMME DE RAYONNEMENT

Diagramme de rayonnement Azimut

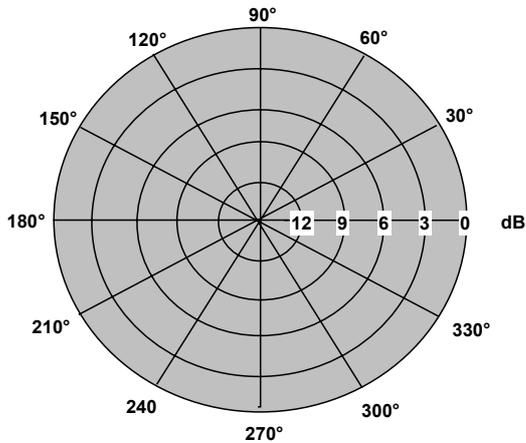
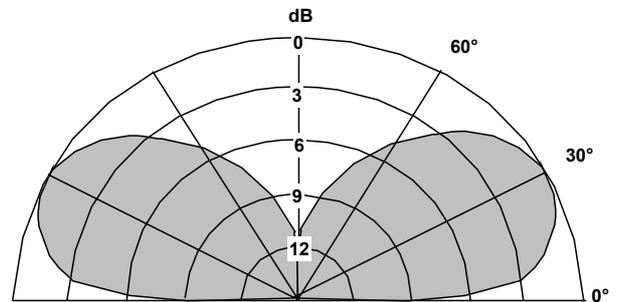


Diagramme de rayonnement Site (Coupe 0°/180°)



La longueur du brin rayonnant pour une mono bande est:

$$L = 0,95 l / 4$$

Radio Club Télécom Saâcy F5KKU
Rue des Pouplains
77730 Saâcy sur Marne
f5kku@wanadoo.fr

Un brin rayonnant quart d'onde vertical utilise le sol conducteur pour fonctionner. Le sol agit comme un miroir et donne l'image de l'antenne. L'ensemble (brin et image) se comporte en fait comme le doublet , on retrouve la même distribution des courants et des tensions. En revanche, seule la partie physique (le brin vertical) rayonne de l'énergie. Sa résistance de rayonnement est la moitié de celle du doublet demi-onde, soit 36 ohms. Le brin étant vertical, la polarisation des ondes rayonnées est verticale aussi. De plus, le rayonnement est omnidirectionnel dans le plan horizontal.

Le sol étant rarement un très bon conducteur, on le remplace par des brins d'un quart d'onde disposés perpendiculairement au brin rayonnant

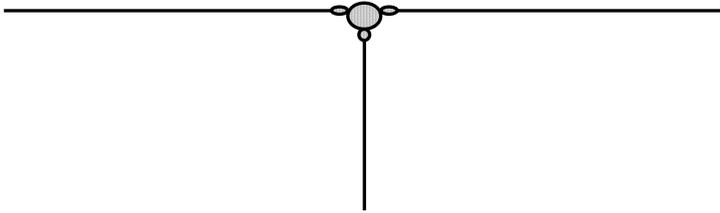
Ce sont des radians, qui sont généralement 3 ou 4. Cet ensemble constitue une antenne "GP" (Ground Plane)

L'impédance de la "GP" est de 36 ohms. En inclinant les radians vers le bas, on augmente l'impédance. Ainsi, en les plaçant à 120° par rapport au brin vertical, on obtient une impédance de 50 ohms.

Dans une antenne , la tension et l'intensité varient tout le long du brin rayonnant

25.2 DOUBLET ½ ONDE

Doublet demi -onde et dipôle

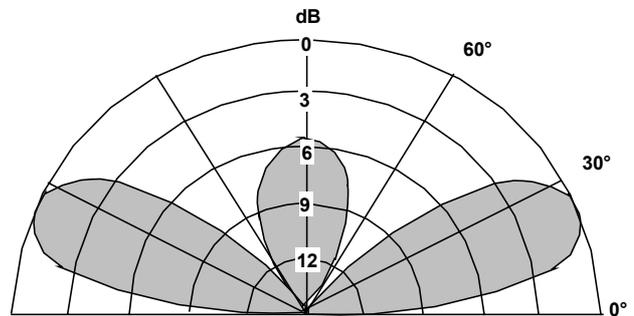
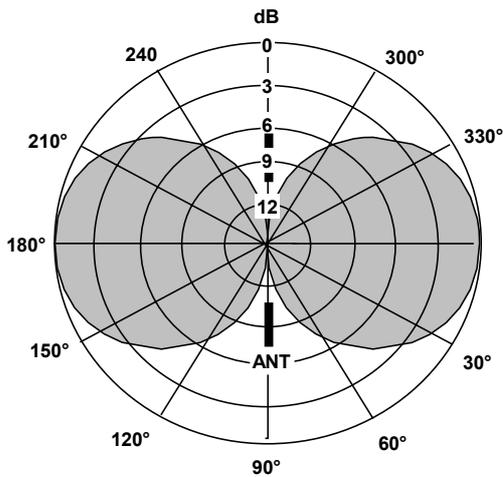


L'impédance est de 73 Ω au centre de l'antenne

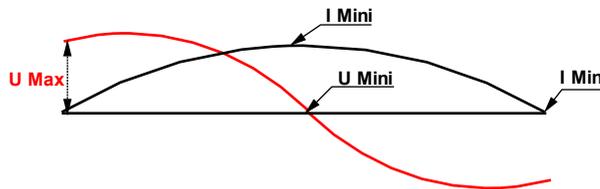
25.2.1 DIAGRAMME DE RAYONNEMENT

Diagramme de rayonnement Azimut

Diagramme de rayonnement Site (Coupe 0°/180°)



L'intensité est nulle à
 brin rayonnant. La
 maximum aux
 Au centre du doublet,
 maximum et la tension
 La tension est en
 par rapport à l'intensité.



chaque extrémité du
 tension est
 extrémités
 l'intensité est
 est nulle.
 déphasage de 90°

Quand la fréquence augmente la longueur du doublet diminue et inversement

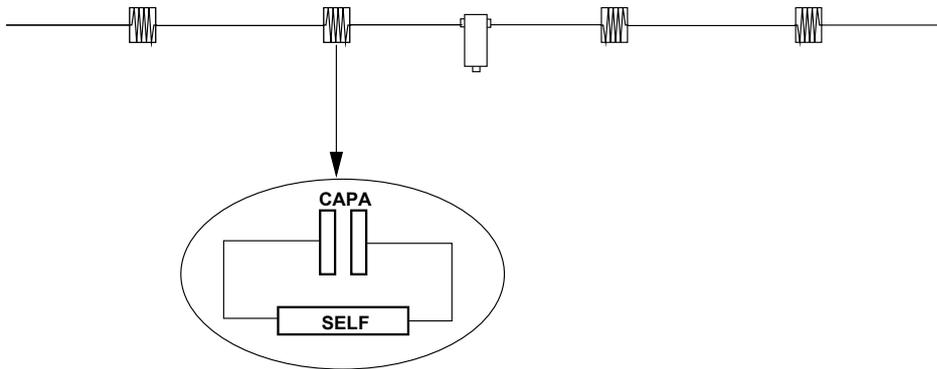
En pratique, l'antenne est constituée de deux brins de longueur égale espacés de quelques dizaines de millimètres pour permettre la connexion de la ligne d'alimentation (le câble qui va relier l'émetteur récepteur à l'antenne).

Le doublet demi-onde (ou "dipôle") est l'antenne la plus simple. En effet, l'expérience prouve que l'énergie rayonnée par une antenne est maximale lorsque celle-ci a une longueur égale à une demi-longueur d'onde, ou à un multiple entier de demi-longueurs d'onde.

Cette antenne est constituée par un conducteur électrique de longueur égale, en théorie, à une demi-onde. Toutefois, dans la pratique, sa longueur est inférieure d'environ 5%, car il faut tenir compte du rapport longueur d'onde/diamètre du conducteur et de l'effet d'extrémité du aux isolants utilisés pour sa fabrication. Ainsi, la longueur mécanique du doublet demi-onde est.

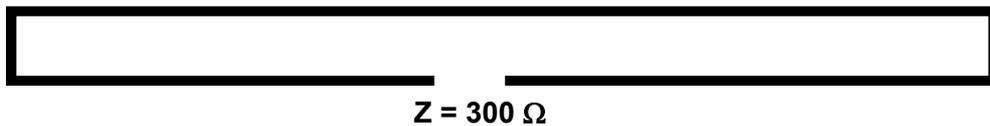
$$L = 0,95 \lambda / 2$$

25.3 DOUBLET A TRAPPES



La trappe = circuit RC
 accordé sur la
 fréquence désirée

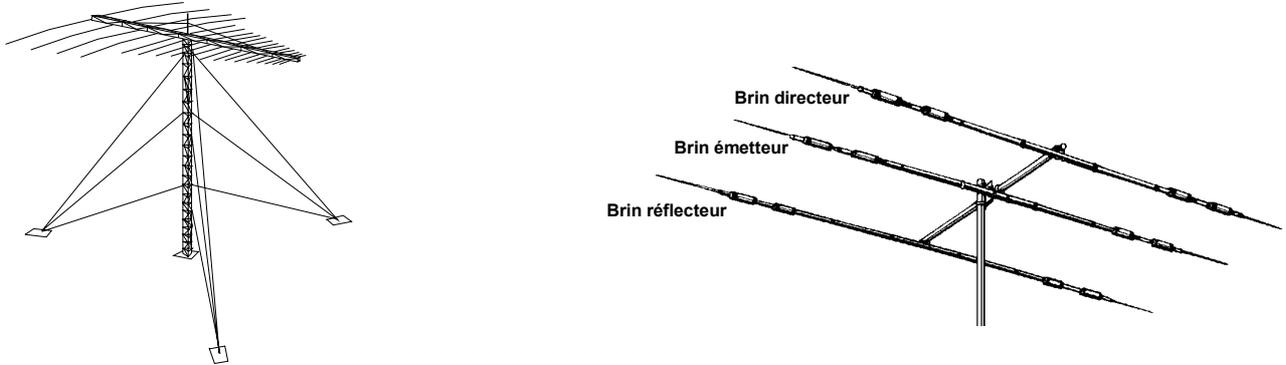
25.4 DOUBLET 1/2 ONDE REPLIE



25.5 DIRECTIVE

25.5.1 Antenne Yagi, doublet

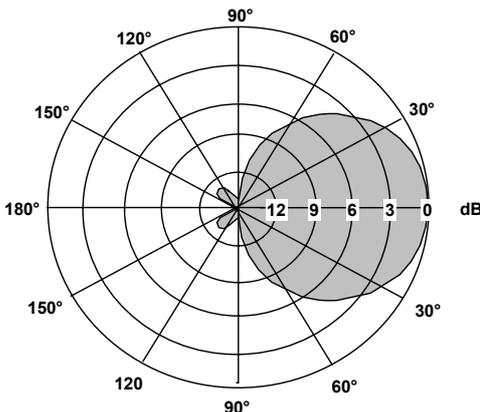
Antenne Yagi ou Beam : l'antenne doublet (ou dipôle) est l'antenne de base. Son lobe de rayonnement ressemble à un tore rond traversé par le brin de l'antenne. Le rayonnement est maximum perpendiculairement aux brins. Il est nul dans le prolongement des brins. Si les deux brins ne sont pas alignés ou si le sol est trop près de l'antenne, les lobes se déforment. En ajoutant des éléments près du brin, on arrive à déformer le lobe et à concentrer l'énergie dans une direction. Les éléments directeurs sont plus courts que le brin rayonnant, les éléments réflecteurs sont plus longs.



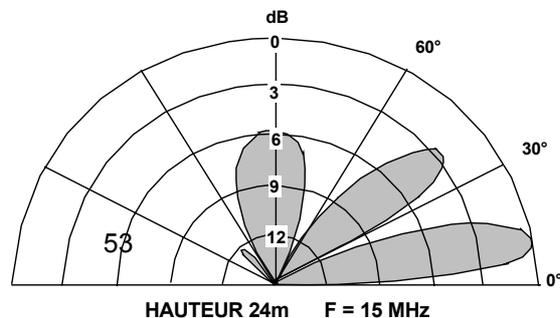
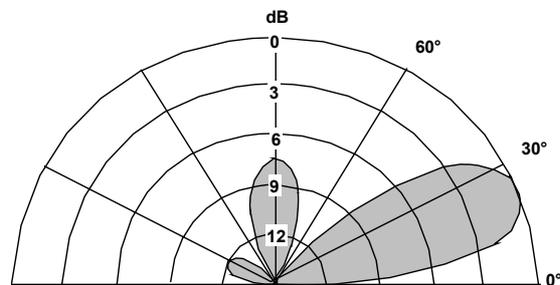
Le brin réflecteur est le brin le plus long
Le brin émetteur est plus court que le brin réflecteur
Les brins directeurs sont plus court que le brin émetteur et vont en décroissant suivant leur nombre.

25.5.2 DIAGRAMME DE RAYONNEMENT

Diagramme de rayonnement Azimut
0°/180°)



Diagrammes de rayonnement Site (Coupe



25.5.3 GAIN

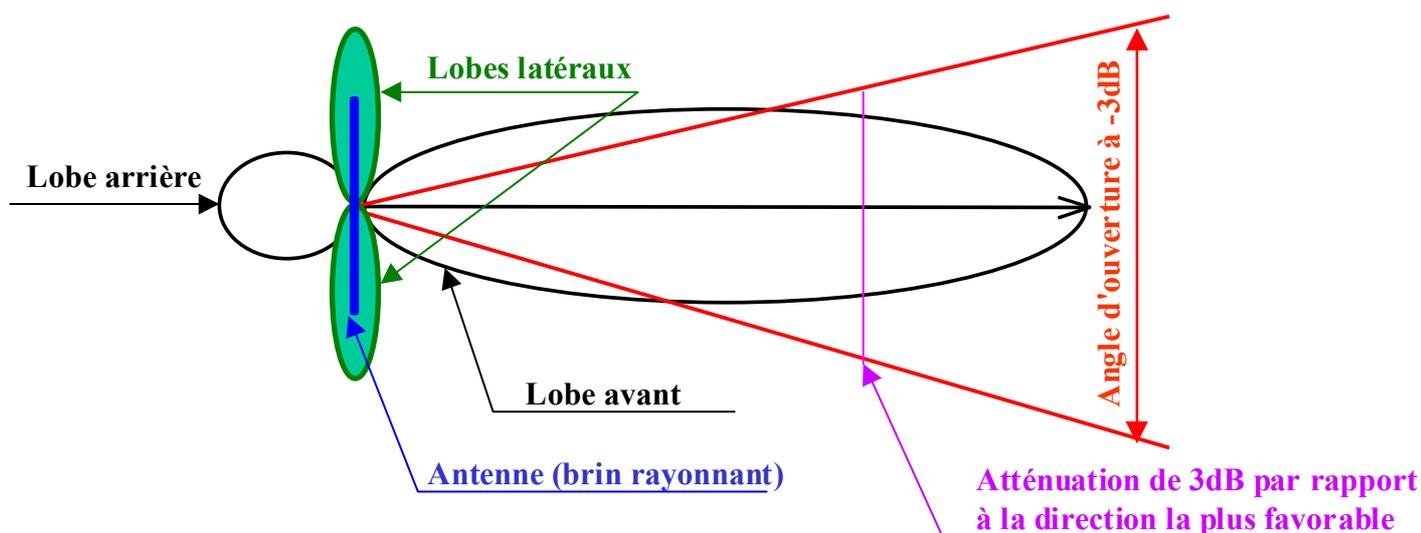
Gain d'une antenne : le gain se calcule dans la direction maximum de rayonnement. Le gain se calcule en dB par rapport à l'antenne doublet (dBd) ou encore par rapport à l'antenne isotrope (dBiso). Celle-ci est une antenne idéale : un point qui rayonne et dont le lobe de rayonnement est une sphère. L'antenne doublet a un gain de 2,15 dB par rapport à l'antenne isotrope. Une autre mesure des antennes est le rapport avant/arrière (en dB). On peut dessiner les lobes de rayonnement dans le plan vertical ou horizontal.

25.5.4 P. A. R (Puissance apparente rayonnée ou P. I. R en Anglais)

C'est la puissance d'alimentation de l'antenne multipliée par le gain de celle-ci par rapport au doublet en décimal (pas en dBd). Cette puissance correspond à la puissance qu'il faudrait appliquer à un dipôle pour avoir la même puissance rayonnée dans la direction la plus favorable de l'antenne.

25.5.5 L'ANGLE D'OUVERTURE

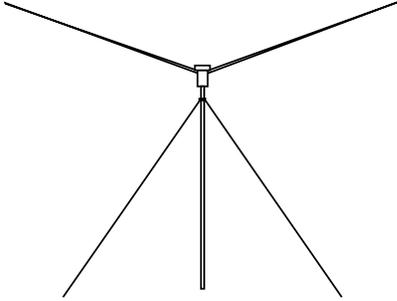
C'est l'angle de direction pour lequel la puissance rayonnée est la moitié (-3dB) de la puissance rayonnée dans la direction la plus favorable.



25.5.6 RAPPORT AVANT ARRIERE

Plus le nombre de dB est grand meilleur est la protection vis à vis des stations arrivant par l'arrière.

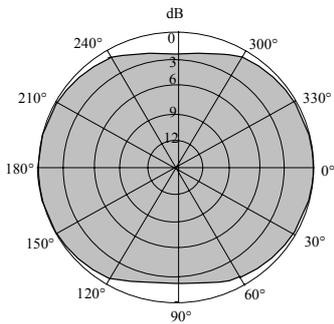
25.6 ANTENNE EN V



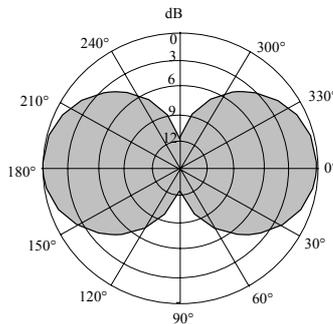
25.6.1 DIAGRAMME DE RAYONNEMENT

Diagramme de rayonnement Azimut

HAUTEUR 16m F=3MHz



HAUTEUR 16m F=15MHz



HAUTEUR 16m F=20MHz

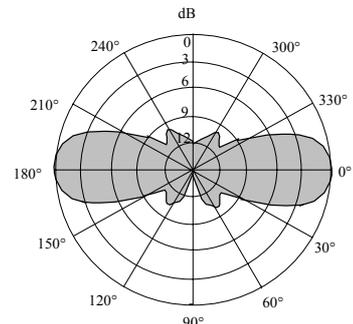
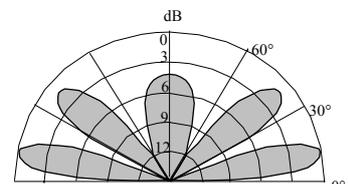
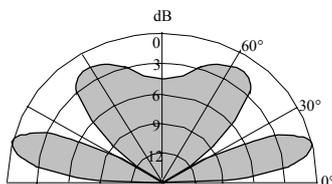
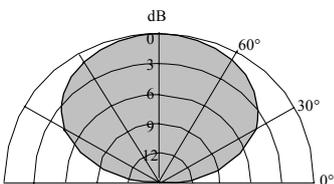


Diagramme de rayonnement Site

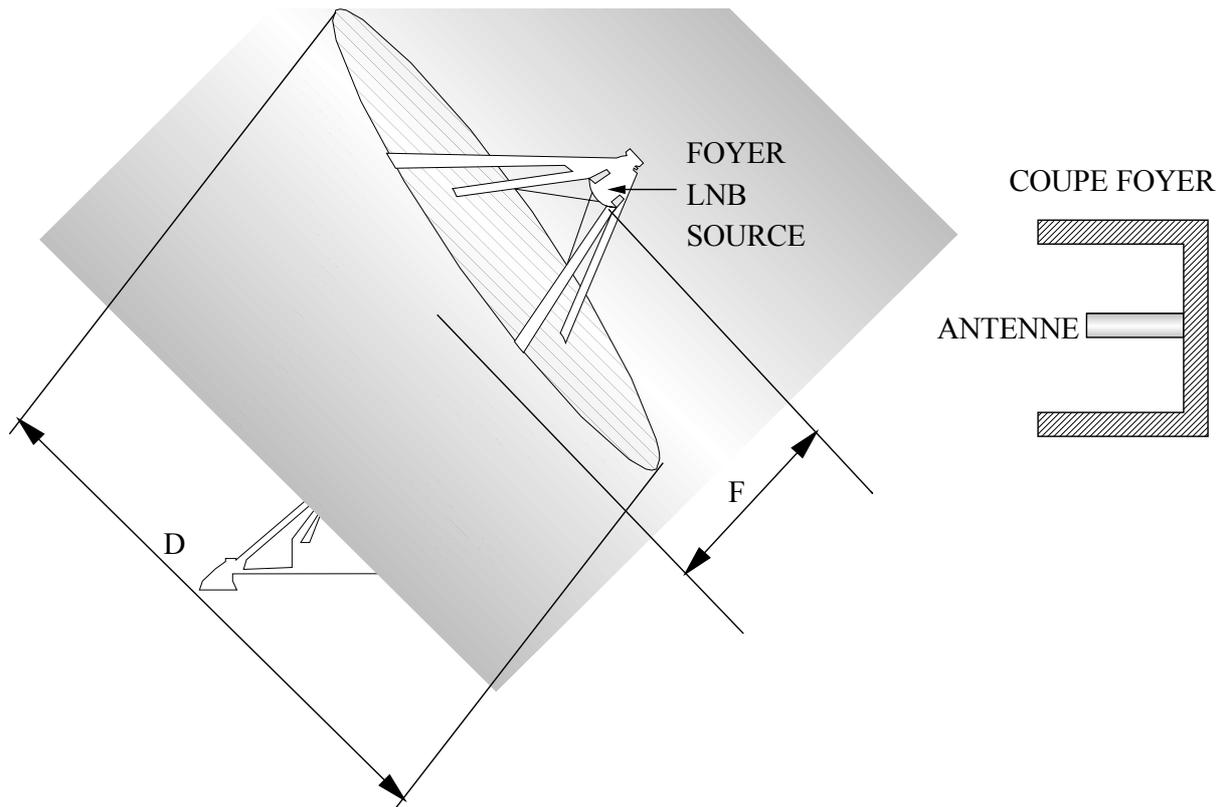


25.7 PARABOLE

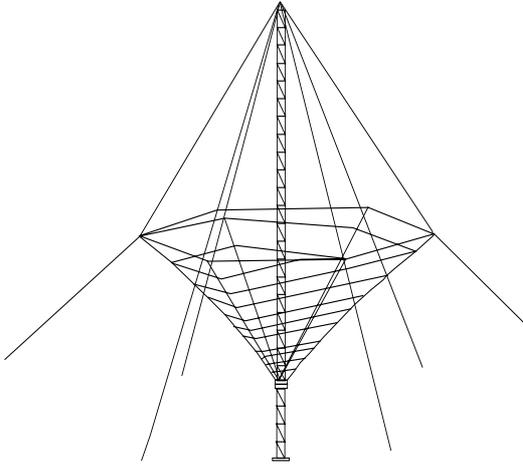
S'utilise dans les fréquences élevées, elle emploie un réflecteur parabolique qui réfléchit les ondes et les concentre sur le foyer, ou est placé l'antenne.

La distance entre le foyer et la parabole est appelée focale (F).

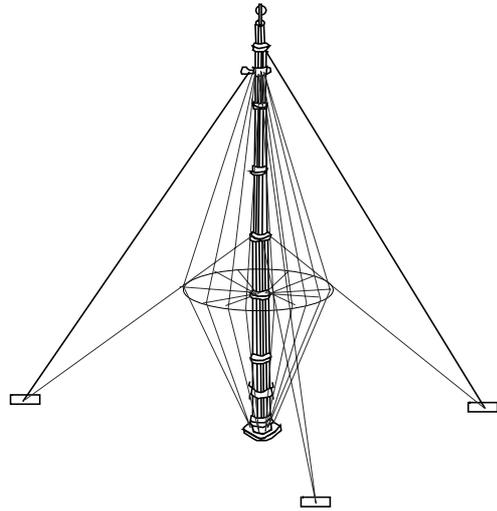
Le rapport F/D détermine l'angle d'illumination de l'antenne est située dans le foyer.



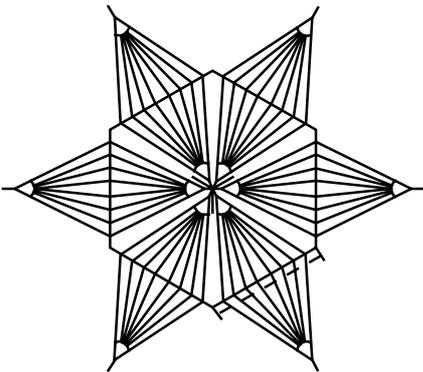
25.7.1 EXEMPLES D'ANTENNES



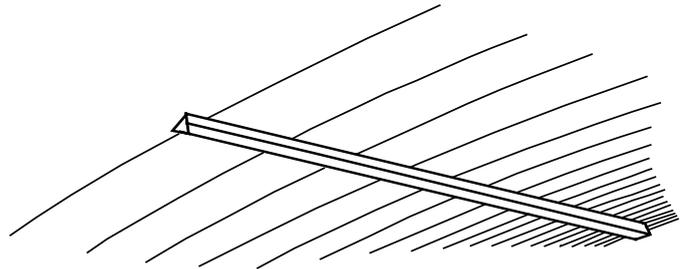
ANTENNE SPIRACONIC



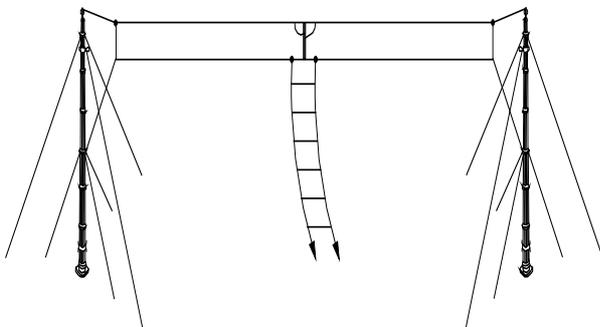
ANTENNE BICONIC



ANTENNE POLYGONE



ANTENNE LOG PERIODIC

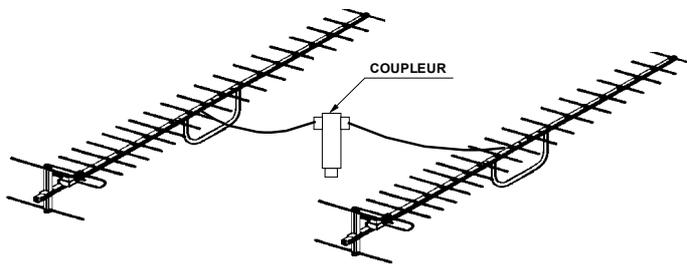


DIPOLE REPLIE

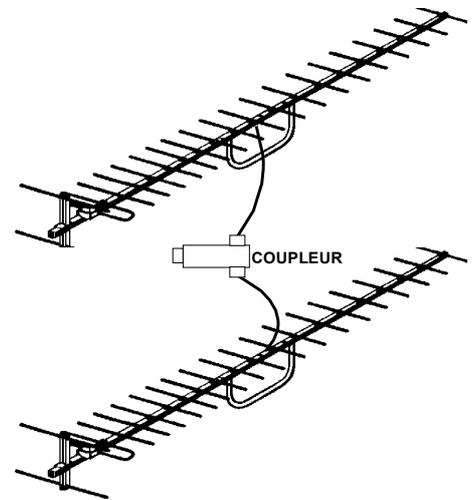
26 COUPLAGE DES ANTENNES

26.1 DEUX ANTENNES

COUPLAGE HORIZONTAL



COUPLAGE VERTICAL



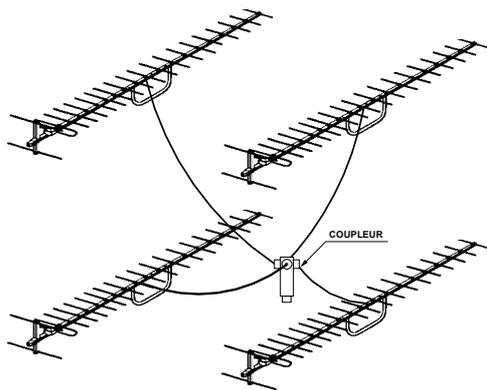
Pour coupler des antennes il faut absolument que ces antennes est la même impédance et le même gain ,on couple toujours les antennes par paire
A chaque fois que l'on couple deux antennes le gain augmente de 3Db.

Exemple :

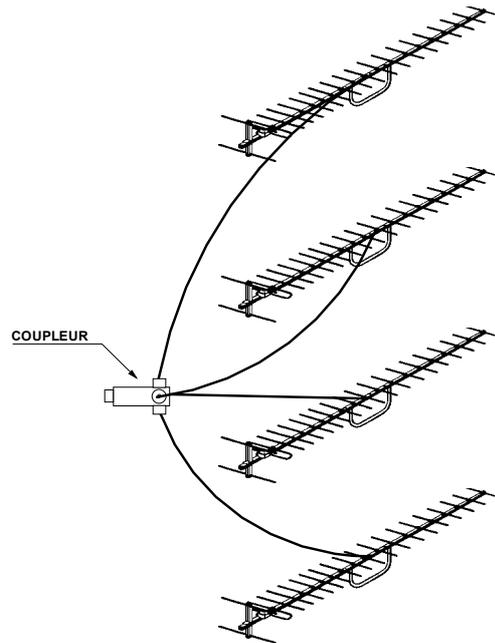
Si on couple deux antennes de gain équivalent à 6dB.
Le résultat est de $6\text{dB} + 3\text{dB} = 9\text{dB}$

26.2 QUATRE ANTENNES

COUPLAGE HORIZONTAL



COUPLAGE HORIZONTAL ET VERTICAL

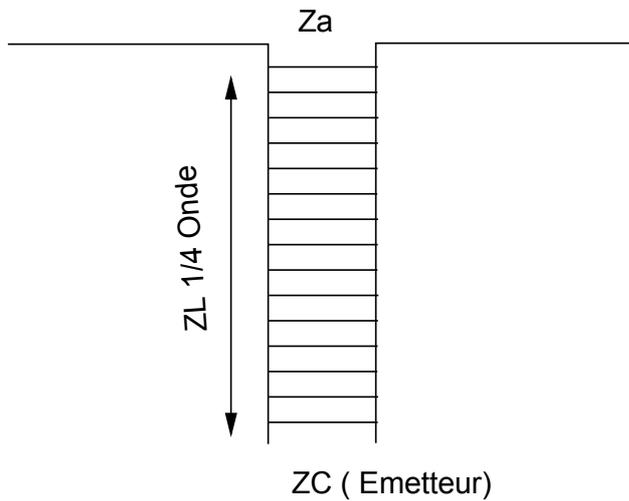


Exemple :

Si on couple quatre antennes de gain équivalent à 6dB.
Le résultat est de $6\text{dB} + 3\text{dB} + 3\text{dB} = 12\text{dB}$

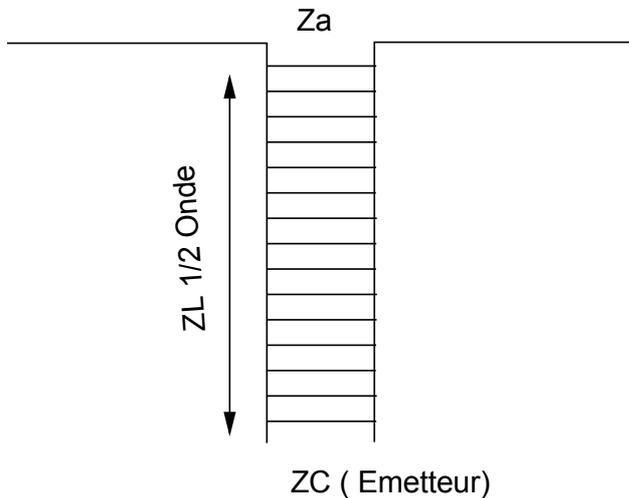
27 ADAPTATION D'IMPÉDANCE

27.1.1 LIGNE ¼ ONDE



$$ZL = \sqrt{ZaZc}$$

27.1.2 LIGNE ½ ONDE

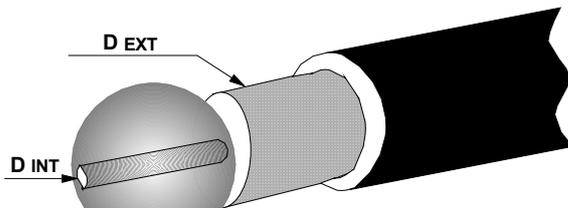


$$Za = ZC$$

Quand $ZL = \lambda$ à une demie onde ou un multiple pair, l'impédance de l'antenne $Za = ZC$, l'impédance de la ligne ZL sans importance

28 IMPEDANCE CABLES ALIMENTATION ANTENNE

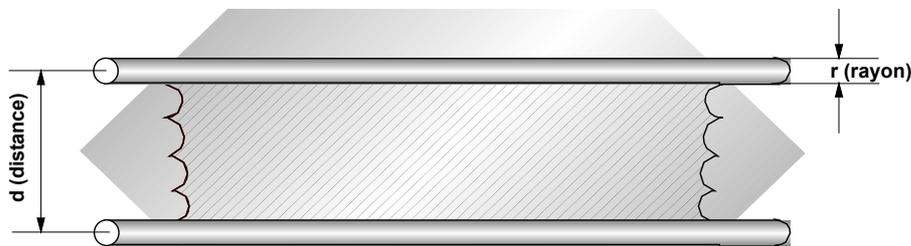
28.1 IMPEDANCE CARACTERISTIQUE D'UN CABLE COAXIAL



$$ZC = 138 \log D \text{ EXT} / D \text{ INT}$$

ZC : Impédance caractéristique (Ω)
D EXT : Diamètre du conducteur extérieur (mm)
D INT : Diamètre du conducteur intérieur (mm)

28.2 IMPEDANCE CARACTERISTIQUE D'UNE PAIRE SYMETRIQUE



$$ZC = 276 \log d / r$$

ZC : Impédance caractéristique (Ω)
d : Distance entre les conducteurs (mm)
r : Rayon d'un conducteur (mm)

29 LE R.O.S & T.O.S

29.1.1 R.O.S (Rapport Ondes Stationnaires.)

$$\mathbf{R.O.S = ZA / Zx \text{ OU } Zx / ZA}$$

ZA impédance de l'antenne

Zx impédance du générateur

C'est toujours le rapport de la plus grande impédance par le rapport de la plus petite impédance.
Ce qui nous permet d'écrire les deux formules suivantes

$$\begin{array}{ll} \mathbf{R.O.S = ZA / Zx} & \mathbf{si ZA > Zx} \\ \mathbf{R.O.S = Zx / ZA} & \mathbf{si Zx > ZA} \end{array}$$

Exemple

Z coax = 50 Ω ; Z doublet = 75 Ω ; donc TOS = 75/50 = 1,5

Z coax = 50 Ω ; Z 1/4 onde = 36 Ω ; donc TOS = 50/36 = 1,5

29.2 LE COEFFICIENT DE RÉFLEXION (K)

$$\mathbf{K = R.O.S - 1 / ROS + 1}$$

29.3 T.O.S (Taux d'Ondes Stationnaires)

$$\mathbf{T.O.S \text{ en } \% = 100 \times K}$$

29.4 PUISSANCE REFLECHIE EN % DE LA PUISSANCE DIRECTE

$$\mathbf{Pr \% = 100 \times K^2}$$

29.5 R.O.S (en fonction du T.O.S)

$$\mathbf{R.O.S = 1 + T.O.S / 1 - T.O.S}$$

29.6 R. O. S (en fonction des puissances directe et réfléchie)

$$\text{ROS} = \frac{\sqrt{P_d} + \sqrt{P_r}}{\sqrt{P_d} - \sqrt{P_r}}$$

Pd puissance incidente, Pr puissance réfléchie

29.7 T. O. S (en fonction des puissances directe et réfléchie)

$$\text{TOS} = \frac{P_d + P_r}{P_d - P_r}$$

$$\text{ROS (\%)} = \frac{\text{Puissance Réfléchie}}{\text{Puissance Directe}} = \frac{P_r}{P_d}$$

Exemple PD = 100 W; PR = 4 W; donc ROS = 4/100 = 4%

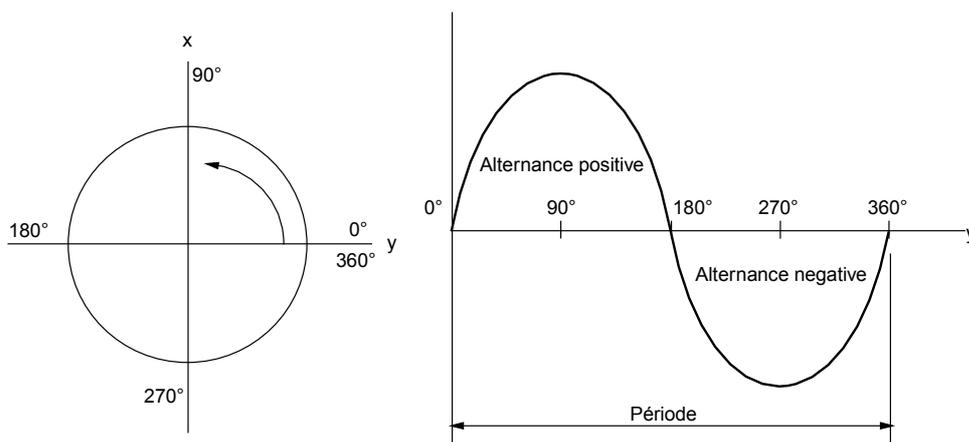
29.8 RELATION ROS/TOS

$$\text{ROS} = \frac{1 + \sqrt{\text{TOS}}}{1 - \sqrt{\text{TOS}}}$$

$$\text{TOS} = \left(\frac{\text{ROS} - 1}{\text{ROS} + 1} \right)^2$$

30 COURANT ET TENSION ALTERNATIF

30.1 REPRESENTATION PAR PROJECTION D'UNE SINUSOÏDE



Sur un cercle, dont le rayon hypothétique est 1, faisons bouger un point "o" et examinons sa hauteur dans le temps.

Le temps pendant lequel le point fait le tour s'appelle période ou cycle.

La période est composée de deux alternances. Le nombre de cycles par seconde est donné en Hertz (Hz).

Le temps, en secondes, d'une période est l'inverse de la fréquence en Hertz, soit $t(s) = 1/F$ (Hz), ou

$t(ms) = 1/F$ (kHz), ou encore $t(\mu s) = 1/F$ (MHz). La pulsation (ω) est la distance que parcourt le point en une seconde, en radians par seconde (r/s).

Valeur maximum, efficace, moyenne, crête à crête.

On appelle valeur efficace la valeur pour laquelle les lois d'Ohms et de Joule peuvent être appliquées.

$$U_{max} = 1,414 \times U_{eff} \quad \text{ou} \quad U_{eff} = 0,707 \times U_{max}$$

La valeur moyenne (lue par le galvanomètre) est la valeur arithmétique du courant ou de la tension.

La valeur crête à crête est la valeur entre 2 extrêmes, soit $2 \times U_{max}$ pour un courant sinusoïdal.

30.2 FREQUENCE D'UN SIGNAL PERIODIQUE

C'est le nombre de période par seconde.

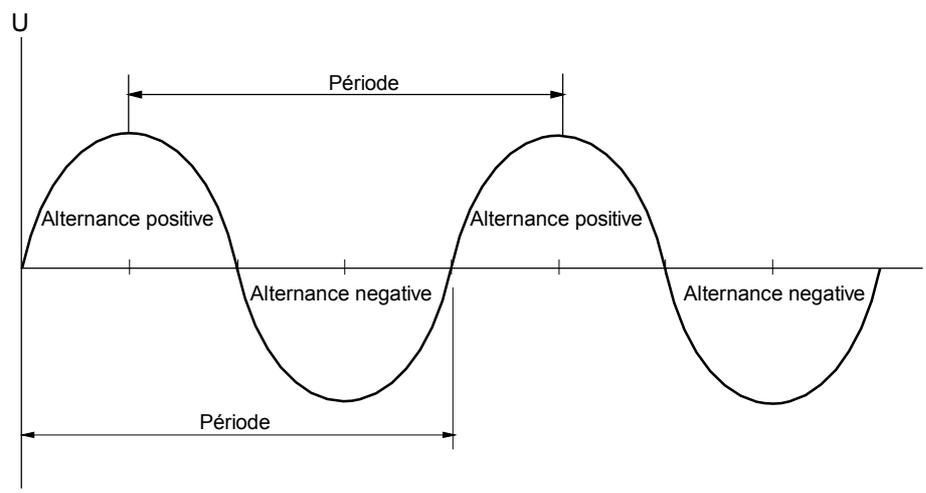
$$F = 1 / T$$

F S'exprime en hertz (Hz) T S'exprime en seconde (s)

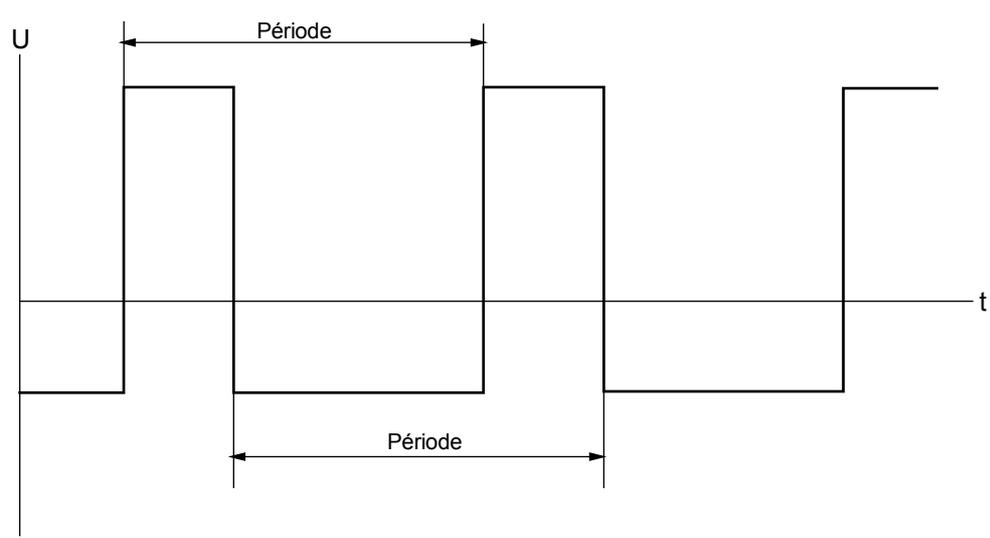
30.3 PERIODE D'UN SIGNAL PERIODIQUE

$$T = 1 / F$$

30.3.1 SIGNAL PERIODIQUE SINUSOIDAL



30.3.2 SIGNAL PERIODIQUE RECTANGULAIRE



Exemple

Calculer la fréquence de ce signal

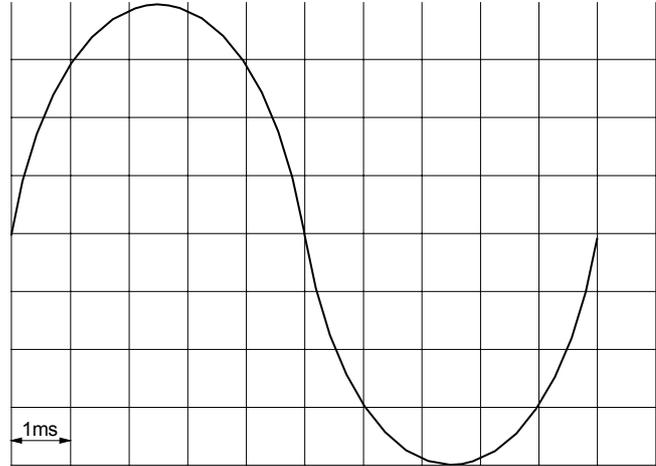
La période est égale à 10 ms

on calcul la fréquence:

$$F = 1/T$$

$$F = 1/10$$

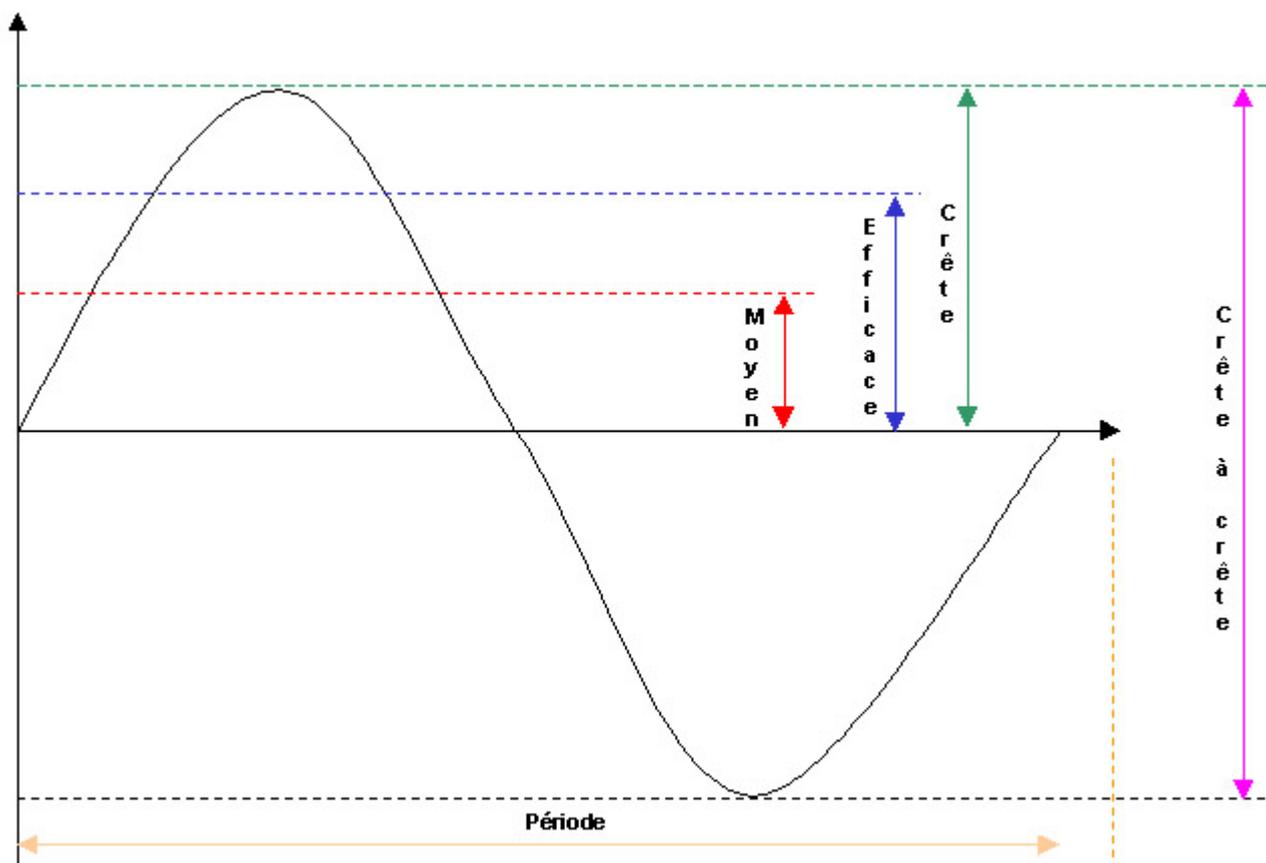
$$F = 1/0,01s = 100 \text{ Hz}$$



30.4 LA PULSATION

ω = la vitesse angulaire du courant. C'est la distance que parcourt un point en une seconde, en radian par seconde (rad/s)

$$\omega = 2 \pi F$$



30.5 TENSION ET COURANT EFFICACE

$$U_c = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2}$$

$$I_c = I_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2}$$

$$U_{cc} = U_{\text{eff}} \sqrt{2} \cdot 2$$

30.6 DEPHASAGE

Le courant et la tension peuvent dans certaines conditions ne pas avoir en même temps la valeur zéro ou la valeur maximum. On dit qu'ils sont déphasés.

Le déphasage peut s'exprimer en temps fraction de la période T du signal (360°)

exemple

Déphasage de:

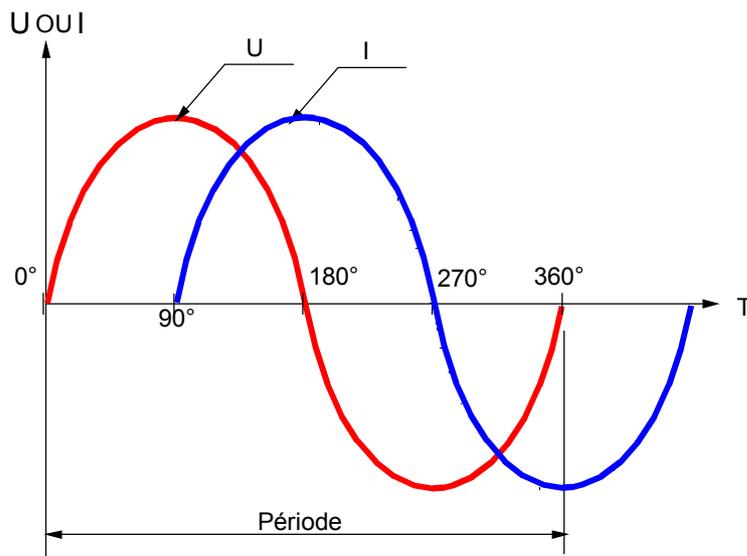
$$T/2 = 360 / 2 = 180^\circ$$

$$T/4 = 360 / 4 = 90^\circ$$

$$T/8 = 360 / 8 = 45^\circ$$

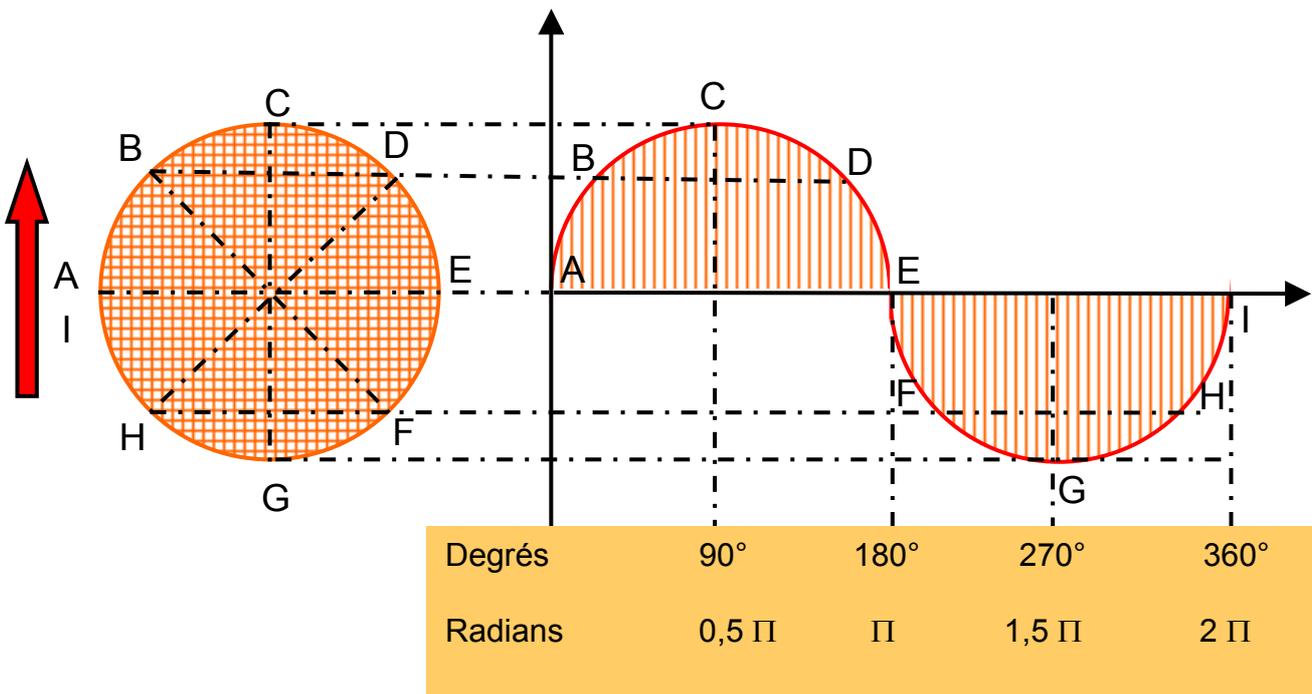
$$T/16 = 360 / 16 = 22,5^\circ \text{ etc ...}$$

Dans l'exemple ci dessous le déphasage du courant par rapport à la tension est de $T/4$
C'est à dire la période T de $360^\circ/4 = 90^\circ$



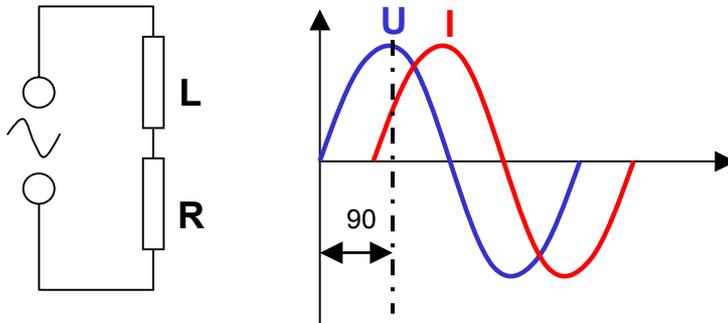
30.7 DEGRES ET RADIAN

Lorsque le point de référence effectue un tour complet (A vers I) il parcourt 360° soit un tour sur la circonférence. Cette notion de degrés d'angle vous est familière. L'unité de mesure dont nous avons besoin est le Radian (rd). Le radian est une façon de mesurer des angles. Un tour complet sur la circonférence mesuré en degrés est de 360, il est de 2π mesuré en radians (2π).

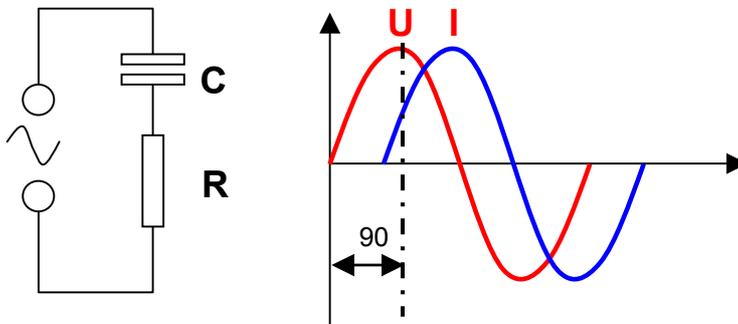


DEPHASAGE (Self et Condensateur)

Déphasage occasionné par une self

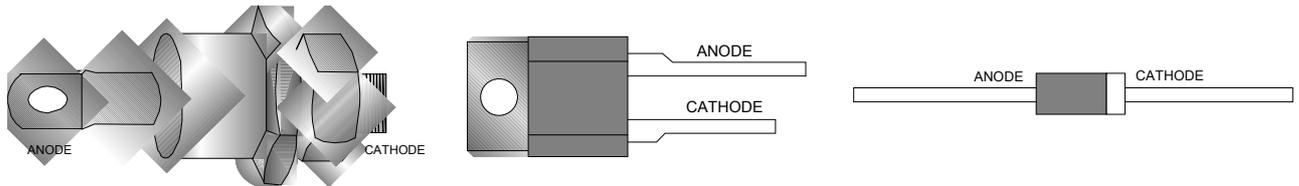


Déphasage occasionné par un condensateur



31 LES DIODES

31.1 DIFFERENTE FORMES DE DIODES



31.2 DIODE DE SIGNAL ET DETECTRICE

La diode est souvent utilisée dans la détection des signaux dans un récepteur radio. Sa tension de seuil est inférieure à 0,5 volt pour le germanium et 0,7 volt pour le silicium.

31.3 DIODE REDRESSEUSE

En général c'est une diode de puissance, elle admet des débits plus importants.

31.4 DIODE ZENER

C'est une diode de régulation

31.5 DIODE VARICAP

Elles se comportent comme des condensateurs avec un coefficient Q acceptable quand elles sont inversement polarisées. Ce type de diode est donc branché à l'envers. Dans ce condensateur, la capacité peut varier de 10 à 1 quand la tension varie de 0 à 100. La consommation d'une telle diode n'est que de quelques microampères.

31.6 DIODE A EFFET GUNN

Cette diode sert aux hyperfréquences

31.7 DIODE SCHOTTKY

Elle est utilisée comme détecteur ou mélangeur aux hyperfréquences.

31.8 DIODE ELECTROLUMINESCENTE (LED)

La diode (LED), se connecte toujours à une résistance en série appelée résistance limitatrice. Elle fonctionne en intensité Si on la branche directement elle sera détruite

31.9 DIODE TUNNEL

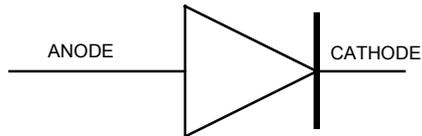
Elle est au germanium On l'utilise comme un élément commutateur actif en VHF

31.10 DIODE SHOCKLEY

On l'utilise dans les circuits à commutation rapide tels que :circuits logiques, de relais ..etc.

32 LES DIODES (Germanium et Silicium)

32.1 REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UNE DIODE



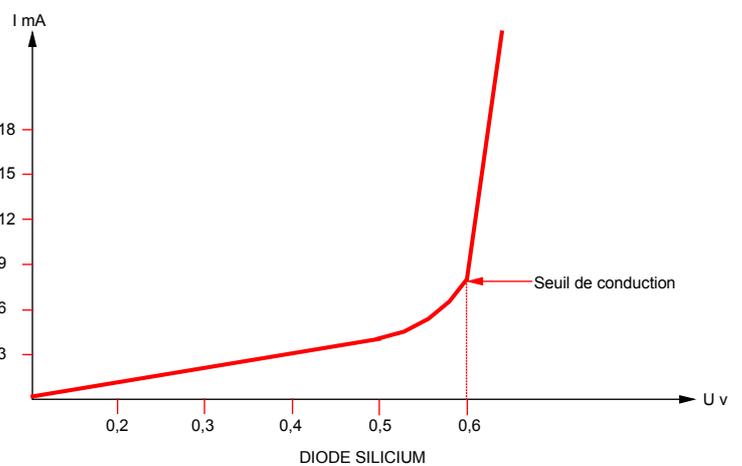
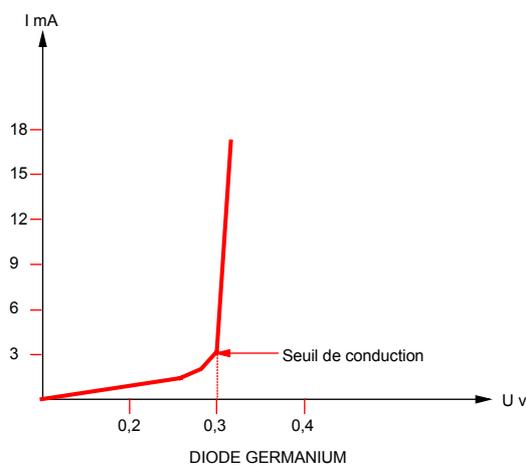
Le sens de conduction de l'anode vers la cathode

pour que le courant circule, il faut que la chute de tension (seuil) à travers la diode soit de :

0,3 volt pour une diode au **germanium**

0,7 volt pour une diode au **silicium**

32.2 COURBES SEUIL DE CONDUCTION



32.3 CHUTE DE TENSION DIRECTE DANS UNE DIODE

$$V_U = V_S - V_D$$

V_U : Tension d'utilisation

V_S : Tension d'alimentation

V_D : Chute de tension dans la diode

32.4 POLARISATION EN INVERSE D'UNE DIODE

Sert à augmenter la tension de seuil à partir de laquelle une diode commence à conduire.

$$V_S = V_I + V_D$$

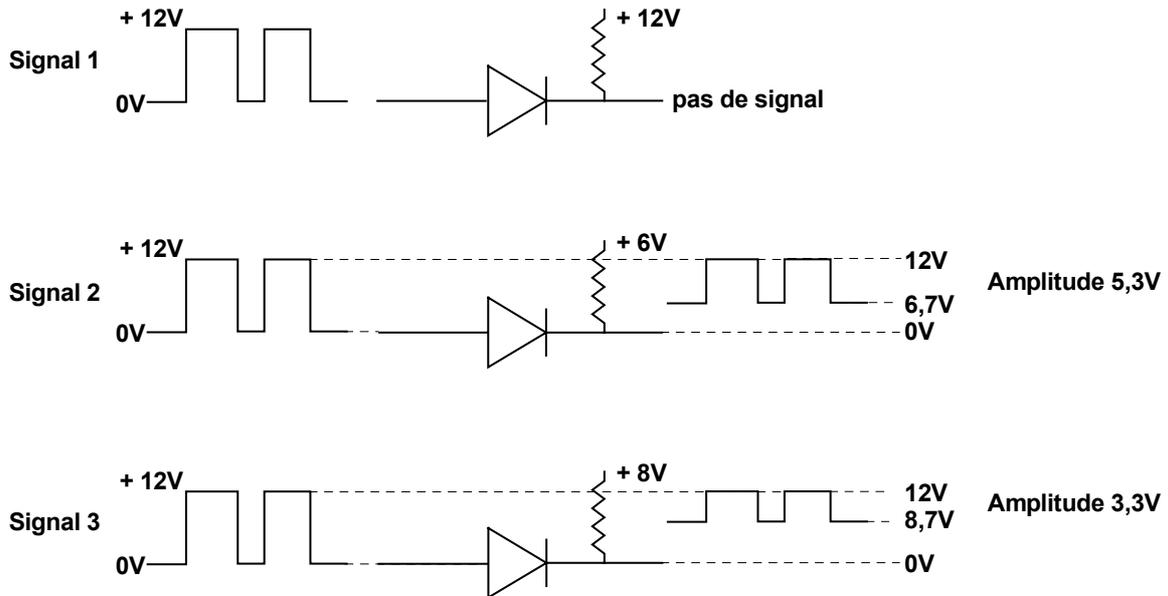
V_S : Tension de seuil (V)

V_I : Tension inverse (V)

V_D : Chute de tension dans la diode (V)

EXEMPLE

Les trois diodes sont polarisées en inverse. Calculez l'amplitude du signal de sortie (diodes silicium 0,7V) et la tension de seuil



Signal 1

$$V_S = V_I + V_D \quad V_S = 12V + 0,7V = 12,7V$$

Signal 2

$$V_S = V_I + V_D \quad V_S = 6V + 0,7V = 6,7V \quad \text{Amplitude} = 12V - 6,7V = 5,3V$$

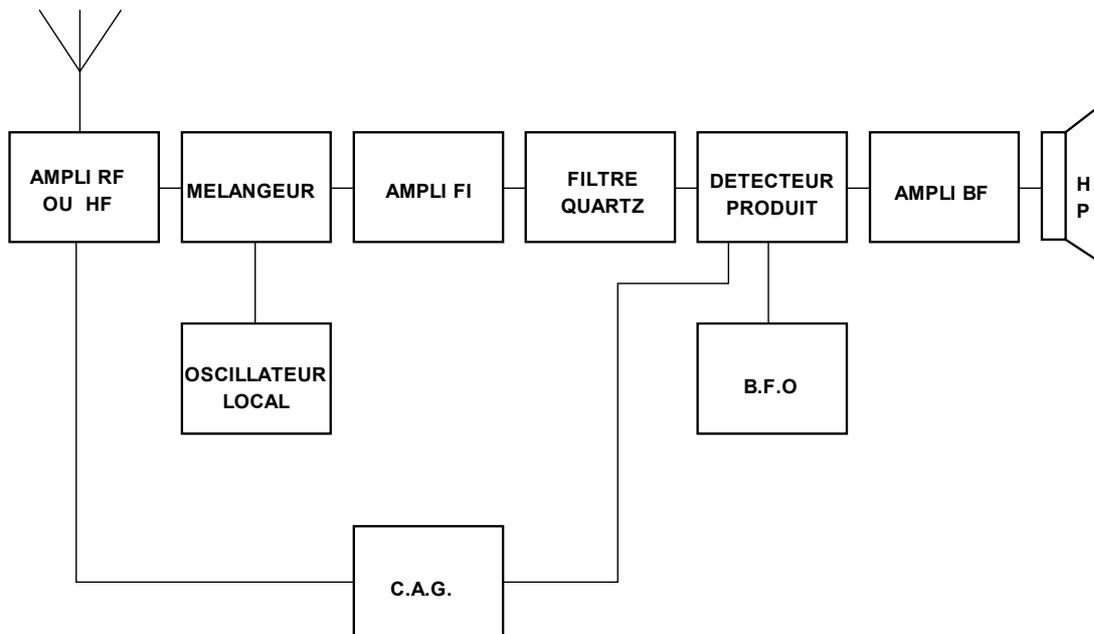
Signal 3

$$V_S = V_I + V_D \quad V_S = 8V + 0,7V = 8,7V \quad \text{Amplitude} = 12V - 8,7V = 3,3V$$

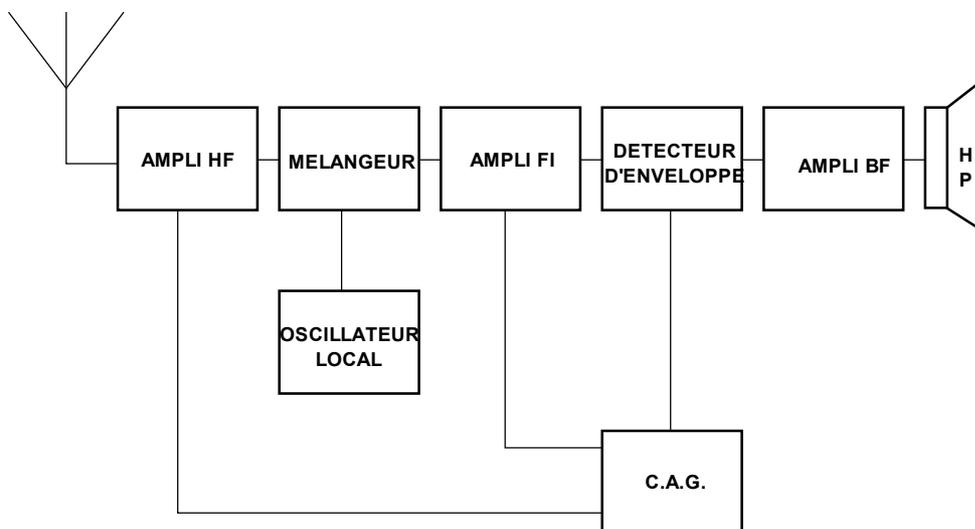
33 SYNOPTIQUES

33.1 RECEPTEURS

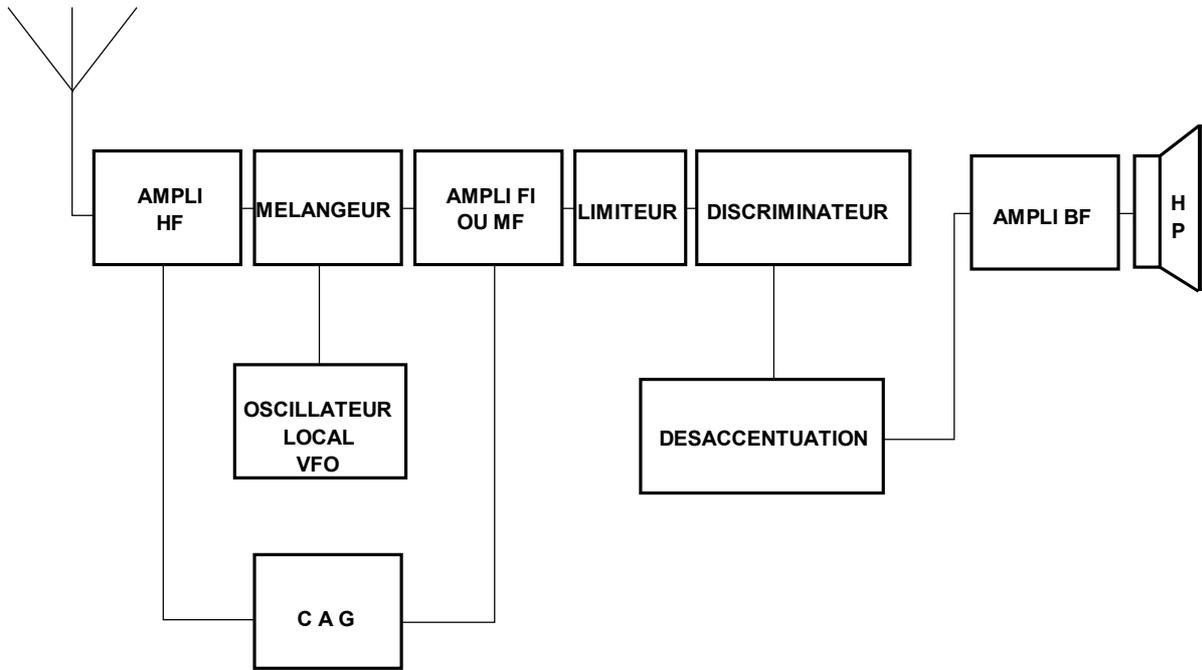
33.1.1 BLU



33.1.2 AM

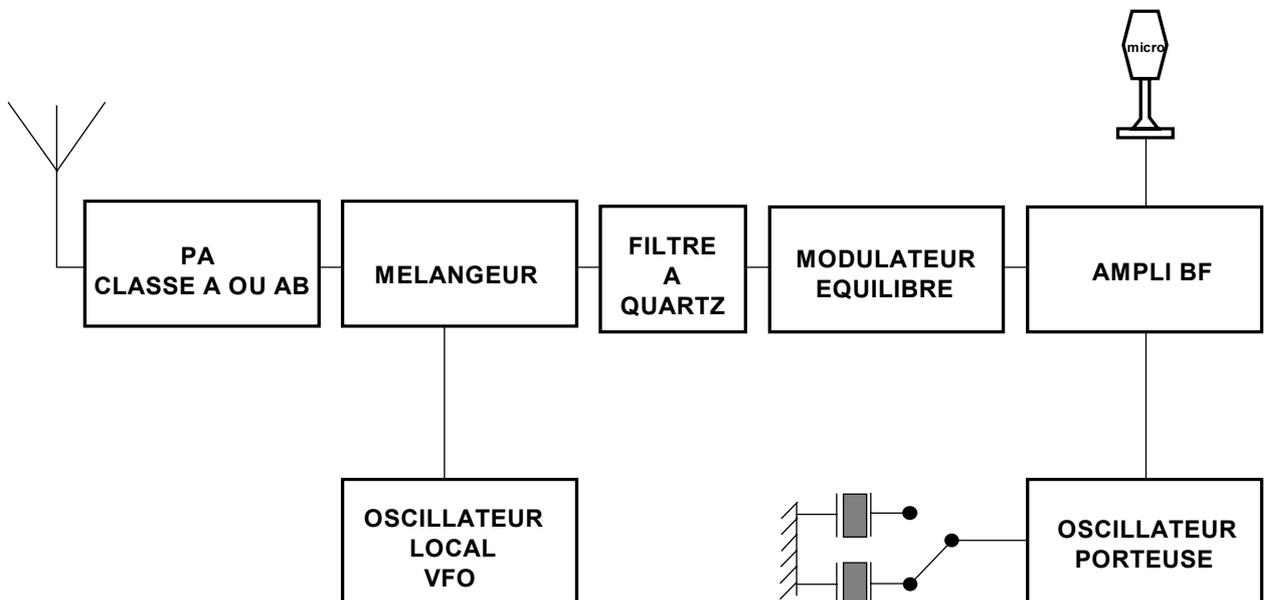


33.1.3 FM

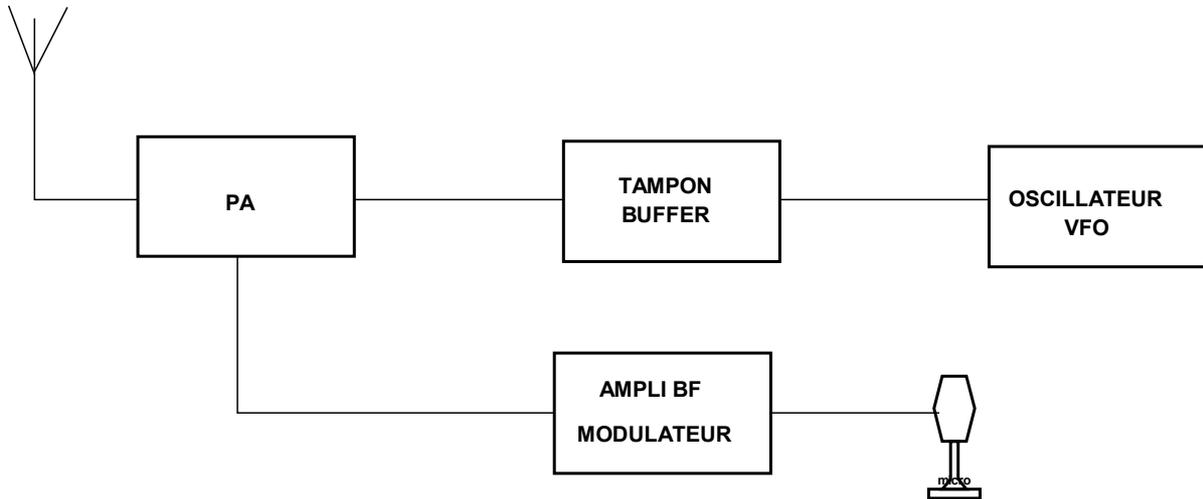


33.2 EMETTEURS

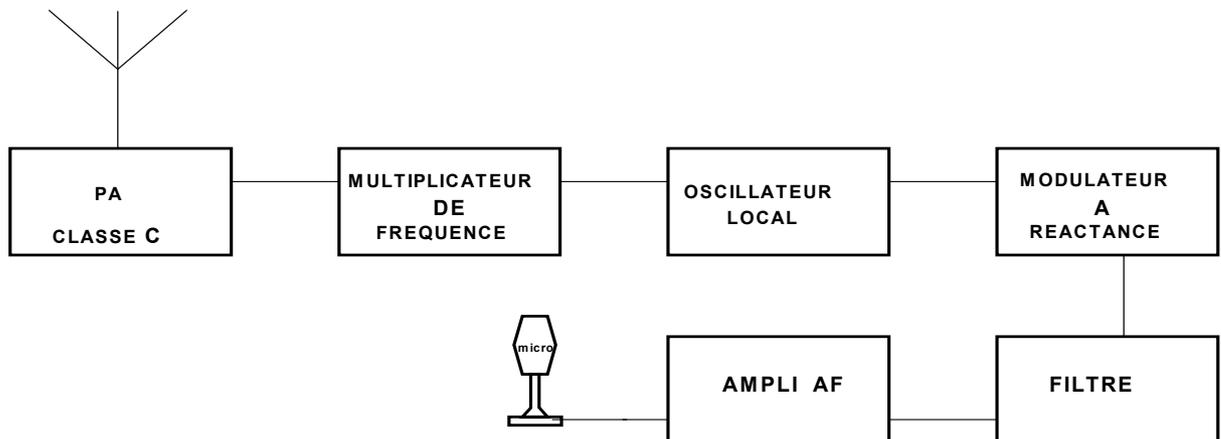
33.2.1 BLU



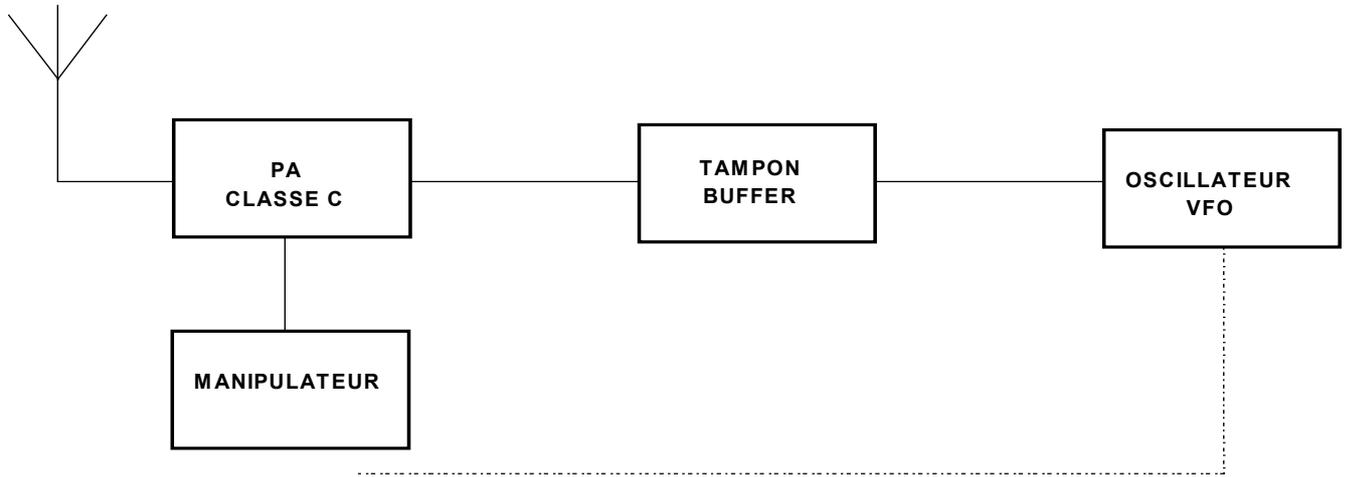
33.2.2 AM



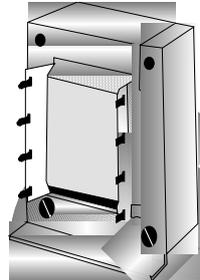
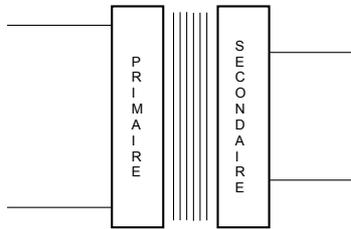
33.2.3 FM



33.2.4 CW



34 LES TRANSFORMATEURS



$$U_p/U_s = N_p/N_s = I_s/I_p$$

U_p = Tension primaire
 N_p = Nombre spire primaire
 I_p = Courant primaire

U_s = Tension secondaire
 N_s = Nombre spire secondaire
 I_s = Courant secondaire

34.1 PUISSANCE

$$P_p = U_p \times I_p$$
$$P_s = U_s \times I_s$$

34.2 RAPPORT DE TRANSFORMATION

$$n = U_s/U_p$$

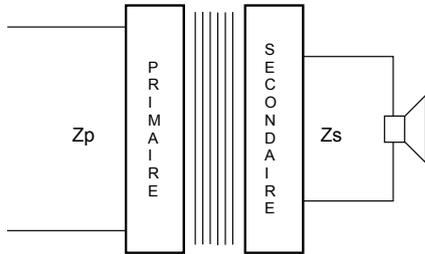
Si $n < 1$ le transformateur est abaisseur de tension
Si $n > 1$ le transformateur est éleveur de tension

34.3 RENDEMENT EN %

$$N \% = 100 \times P_s / P_p$$

P_s = Puissance secondaire
 P_p = Puissance primaire

34.4 RAPPORT D'IMPEDANCE



$$N = \sqrt{Z_p / Z_s}$$

N = Rapport impédance
 Z_p = Impédance primaire
 Z_s = Impédance secondaire

34.5 RAPPORT D'IMPEDANCE ET NOMBRE DE SPIRE

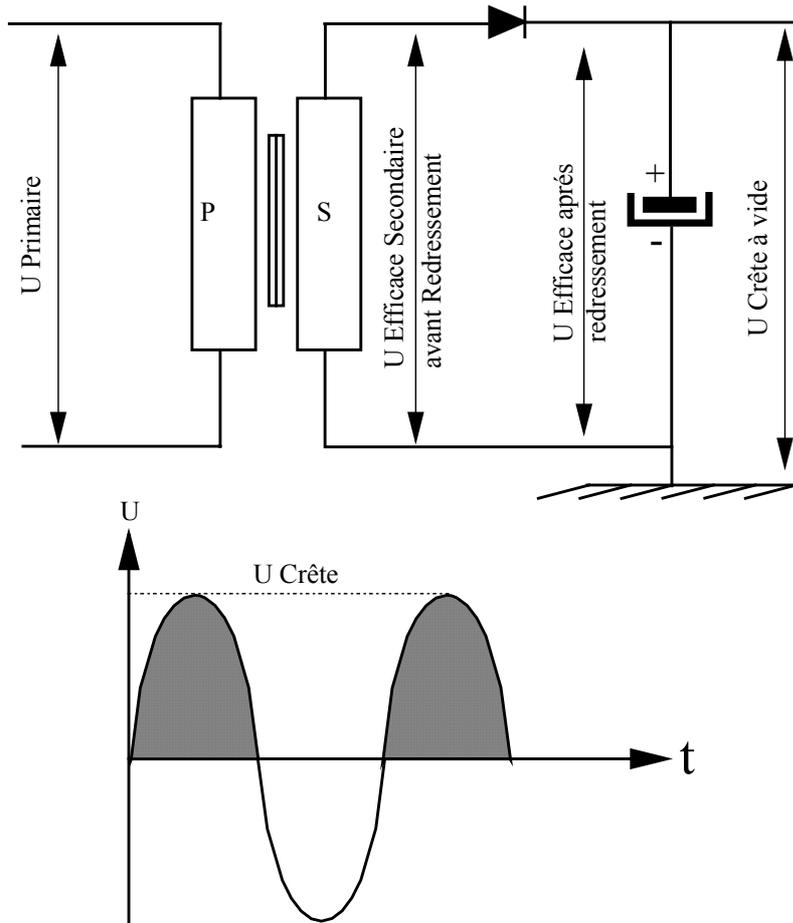
$$N_p / N_s = \sqrt{Z_p / Z_s}$$

N_p = Nombre de spire primaire
 N_s = Nombre de spire secondaire
 Z_p = Impédance primaire
 Z_s = Impédance secondaire

35 ALIMENTATIONS

35.1 REDRESSEMENT

35.1.1 MONO ALTERNANCE



La fréquence du courant est de 50 Hz

U_P = Tension efficace au primaire

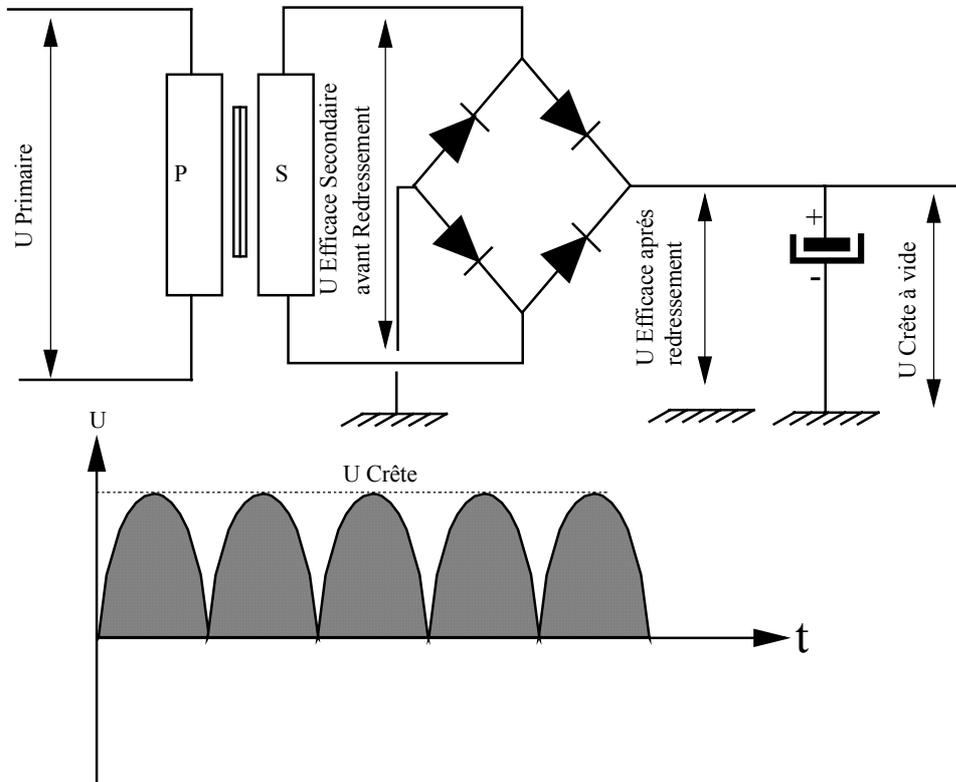
U = Tension efficace au secondaire avant redressement

U_S = Tension efficace au secondaire après redressement

U_C = Tension crête à vide aux bornes du condensateur

$$U_C = U_S \times \sqrt{2}$$

35.2 BI ALTERNANCE

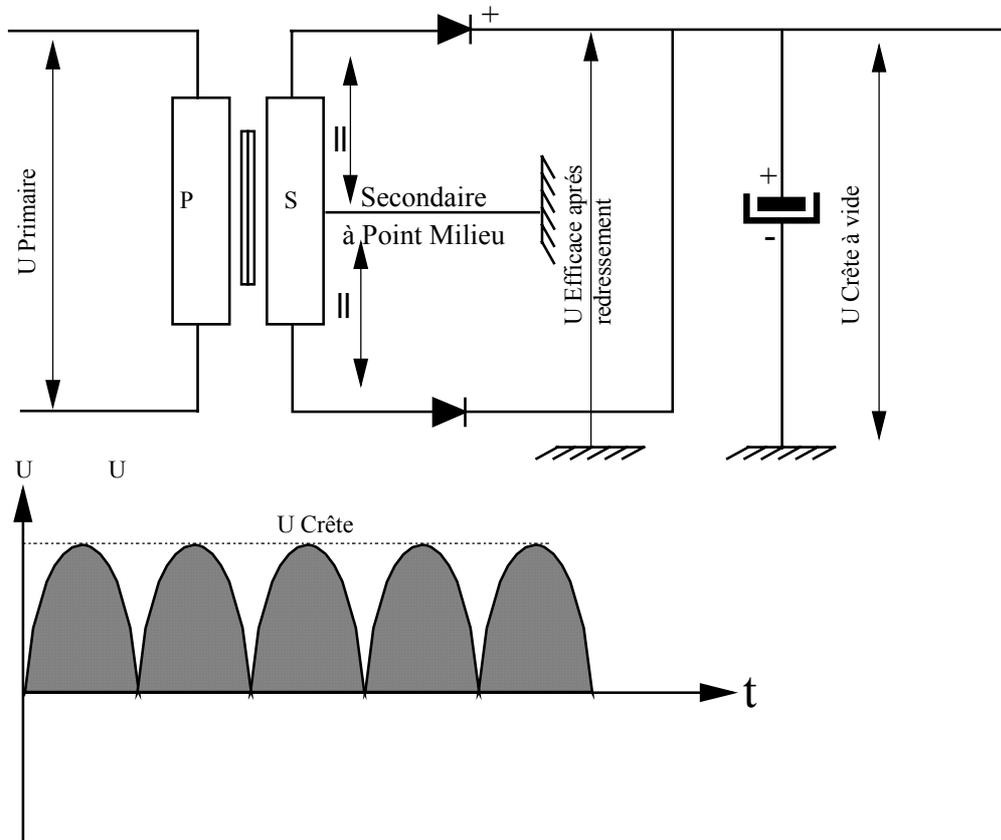


La fréquence du courant est de 100 Hz

UP = Tension efficace au primaire
U = Tension efficace au secondaire avant redressement
US = Tension efficace au secondaire après redressement
UC = Tension crête à vide aux bornes du condensateur

$$UC = US \times \sqrt{2}$$

35.2.1 BI ALTERNANCE AVEC TRANSFORMATEUR A POINT MILIEU AU SECONDAIRE

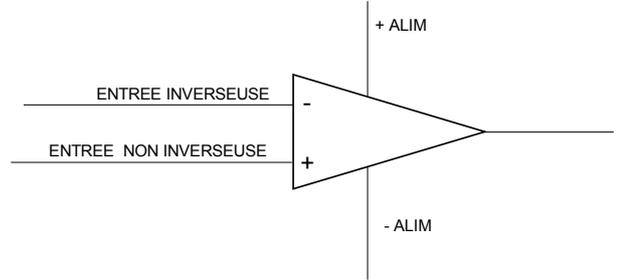
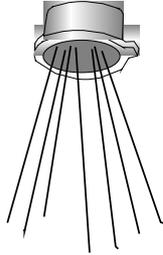
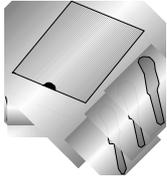


La fréquence du courant est de 100 Hz

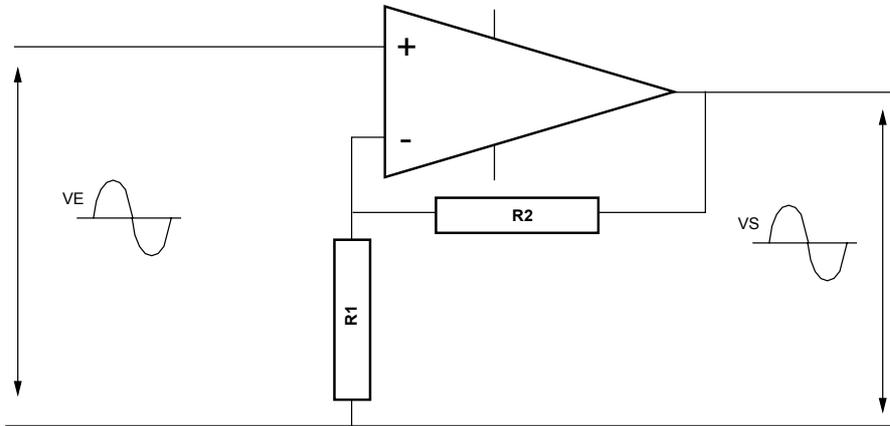
- UP = Tension efficace au primaire
- U = Tension efficace au secondaire avant redressement
- US = Tension efficace au secondaire après redressement
- UC = Tension crête à vide aux bornes du condensateur

$$UC = US \times \sqrt{2} / 2$$

36 L'AMPLI OPERATIONNEL



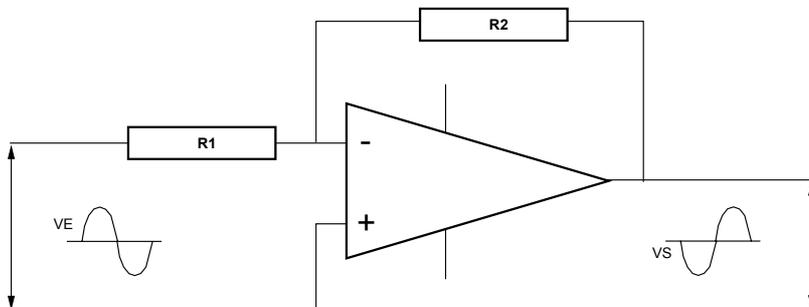
36.1 AMPLI NON INVERSEUR



VS est en phase par rapport à VE

$VS = (R1 + R2) / R1 \cdot VE$ $\text{GAIN } G = (R1+R2) / R1$
--

36.2 AMPLI INVERSEUR



VS est inversé par rapport à VE on dit qu'il est en opposition de phase

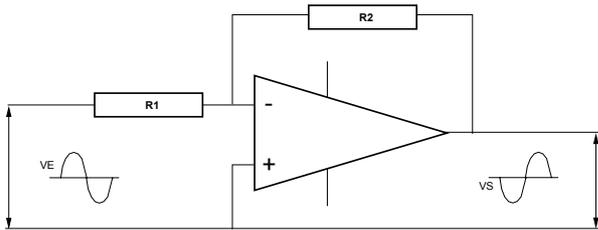
Radio Club Télécom Saâcy F5KKU
Rue des Pouplains
77730 Saâcy sur Marne
f5kku@wanadoo.fr

36.2.1 CALCUL DE LA TENSION DE SORTIE

$$V_S = (R_2/R_1) \cdot V_E$$

Attention

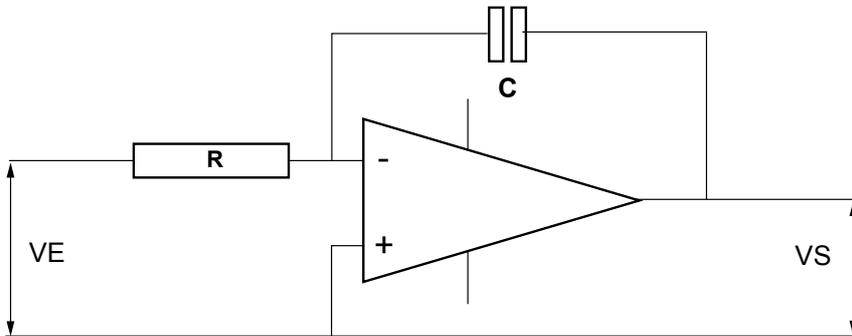
Il faut tenir compte du signe de l'entrée de l'ampli OP



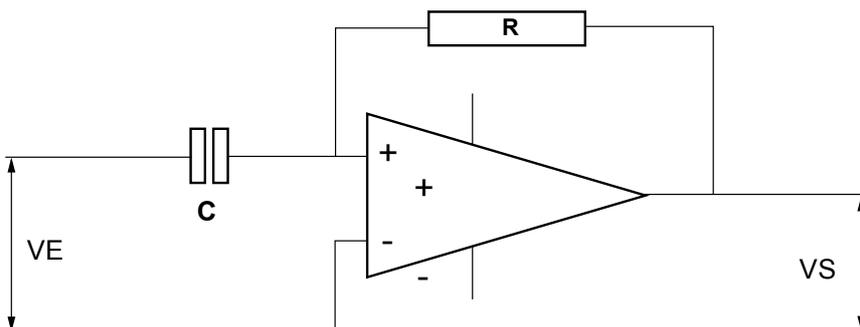
Dans le cas présent le résultat sera négatif on entre sur l'entrée moins de l'ampli OP

$$\text{GAIN } G = R_2 / R_1$$

36.3 AMPLI INTEGRATEUR



36.4 AMPLI DIFFERENTIEUR



37 CIRCUITS



LOGIQUES

37.1 CIRCUIT ET

SYMBOLE

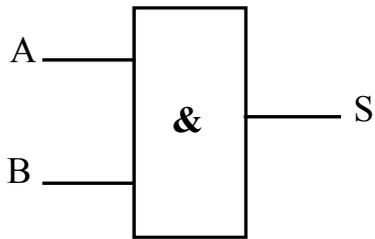
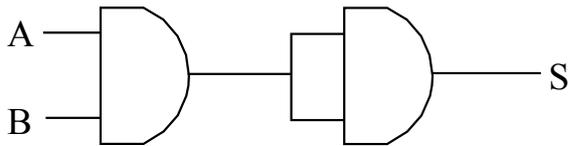


TABLE DE VERITE

A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Comment obtenir la fonction logique ET (AND)



37.2 CIRCUIT NON ET

SYMBOLE

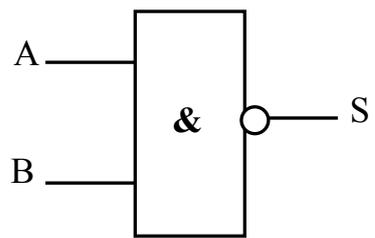
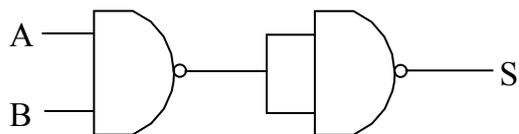


TABLE DE VERITE

A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Comment obtenir la fonction logique NON ET (NAND)



37.3 CIRCUIT OU

SYMBOLE

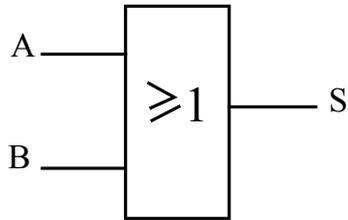
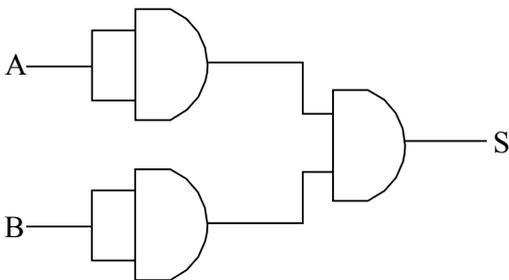


TABLE DE VERITE

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Comment obtenir la fonction logique OU (OR)



37.4 CIRCUIT NON OU

SYMBOLE

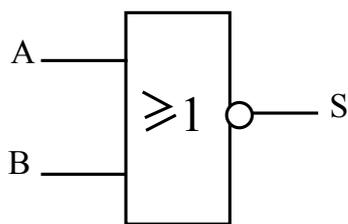
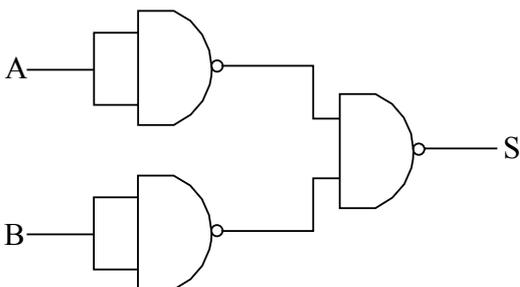


TABLE DE VERITE

A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Comment obtenir la fonction logique NON OU (NOR)



37.5 CIRCUIT OU EXCLUSIF

SYMBOLE

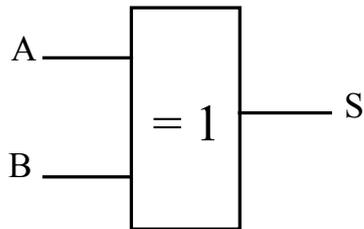
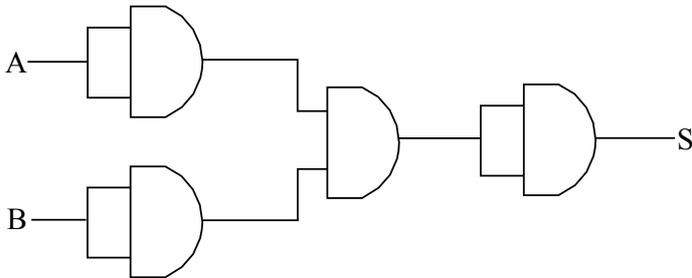


TABLE DE VERITE

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Comment obtenir la fonction logique OU EXCLUSIF (EXOR)



37.6 CIRCUIT NON OU EXCLUSIF

SYMBOLE

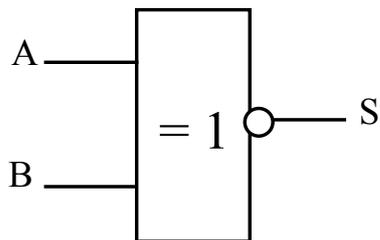
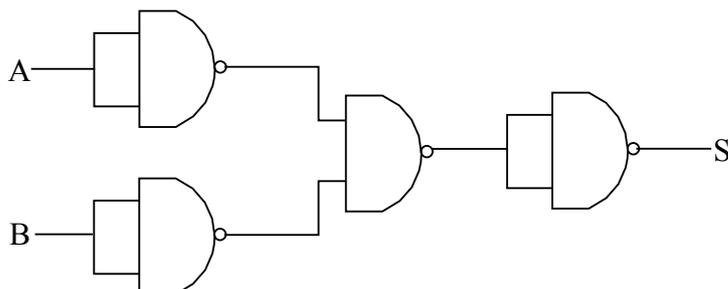


TABLE DE VERITE

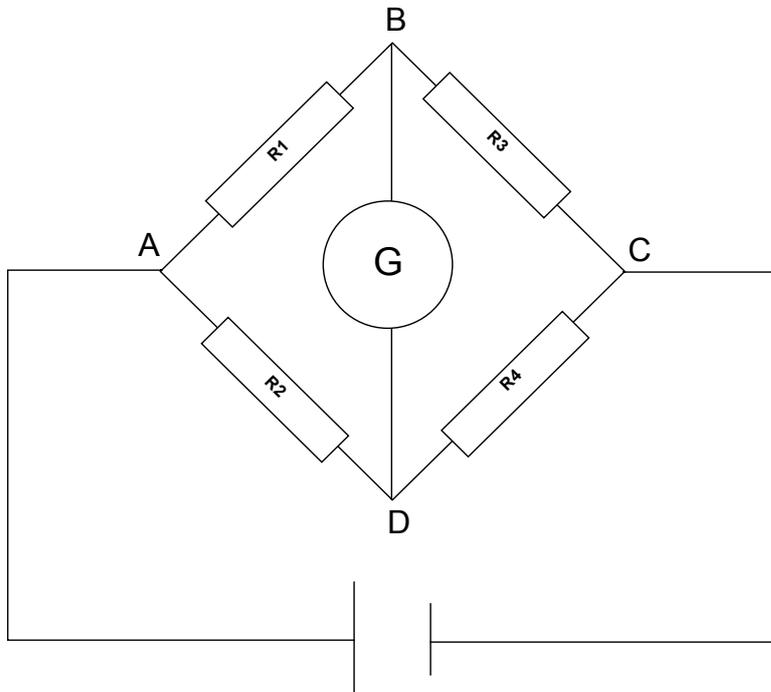
A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Comment obtenir la fonction logique NON OU EXCLUSIF (EXNOR)



38 PONT DE WEATSTONE

Appareil servant à mesurer une résistance avec précision



Le pont de Wheastone comprend deux branches ABC et ADC .

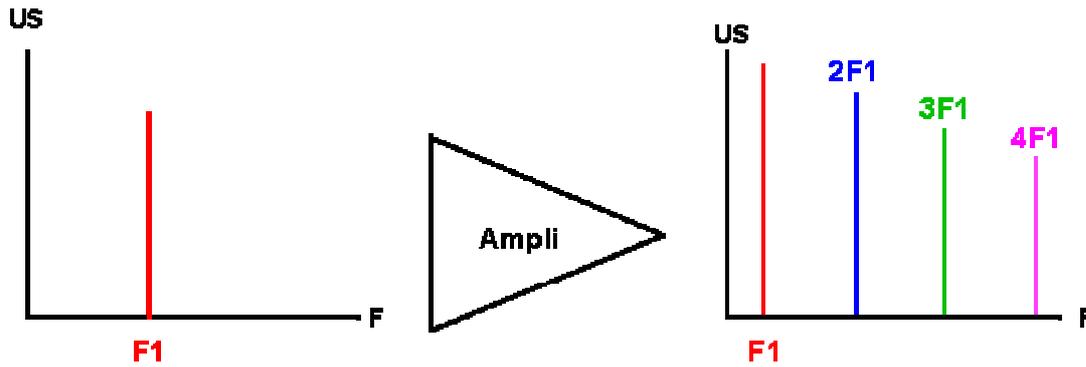
Le courant est réparti dans les deux branches.

Si les résistances sont de même valeur les potentiels en A et B sont égaux
c'est à dire qu'aucun courant ne circule dans le galvanomètre G

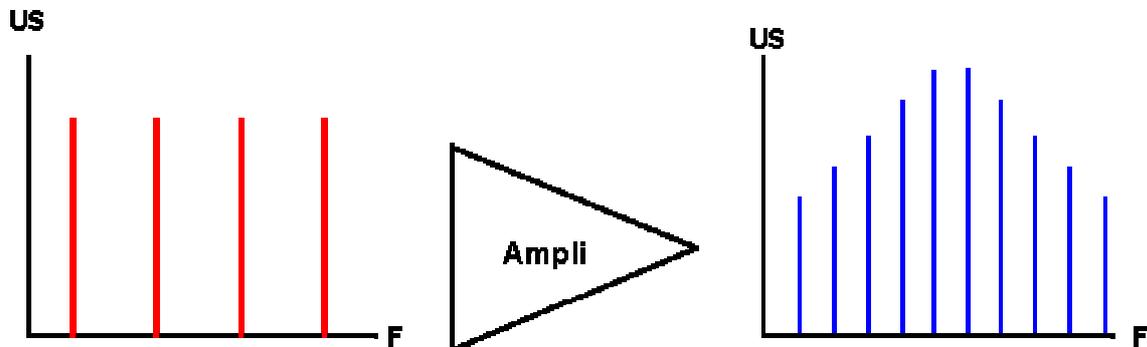
$$\mathbf{R1 / R2 = R3 / R4 \quad \text{OU} \quad R1 . R4 = R3 . R2}$$

39 TAUX DISTORSION

39.1 TAUX DISTORSION D'HARMONIQUE OU AMPLITUDE



39.2 TAUX DISTORSION DE FREQUENCE

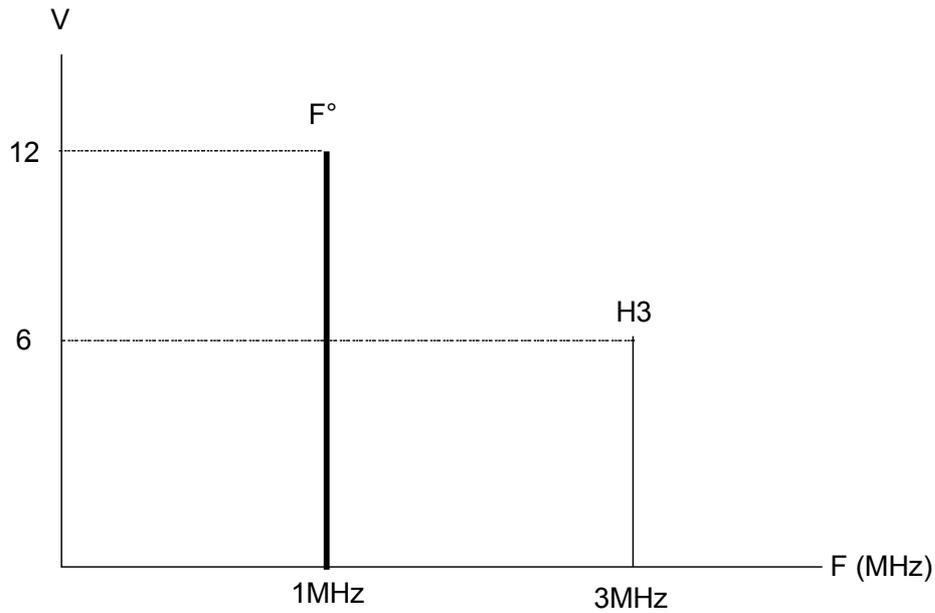


39.3 TAUX DISTORSION POUR UNE FREQUENCE HARMONIQUE

$$T\% = 100 \frac{V_{Hn}}{V_{F^0}}$$

V_{Hn} = Tension harmonique de rang n

V_{F^0} = Tension de la porteuse



Exemple

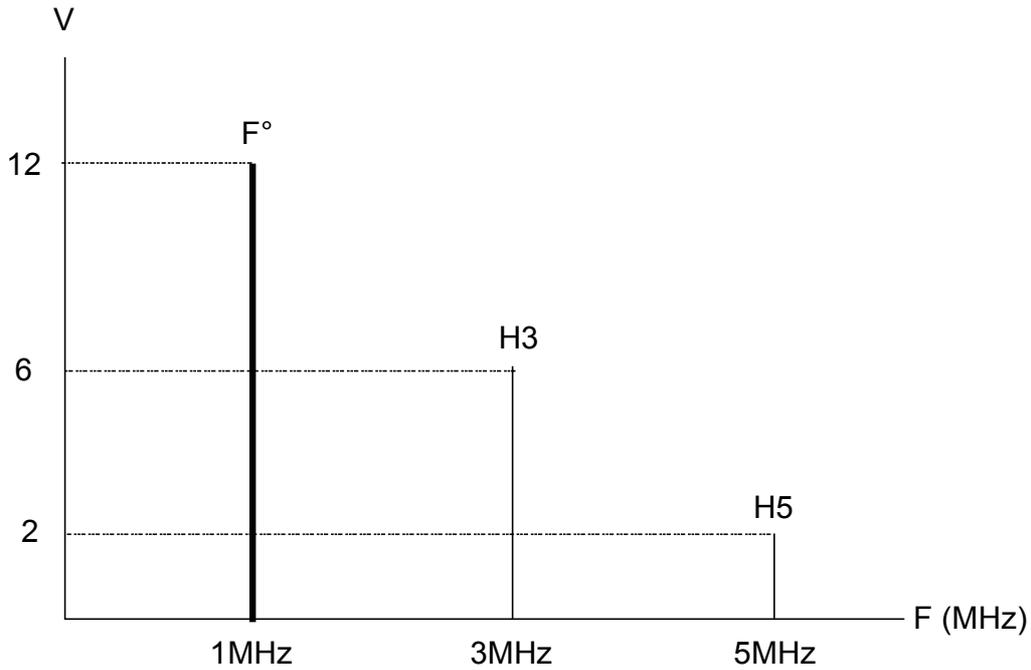
Calculer le taux distorsion harmonique de la figure ci-dessus

1° On applique la formule

$$T\% = \frac{100 V_{Hn}}{V_{F^\circ}}$$

$$T\% = (100 \times 6) / 12 = 600 / 12 = 50\%$$

39.4 TAUX DISTORSION PLUSIEURS FREQUENCES HARMONIQUES



$$T\% = \frac{100 \sqrt{(VH3)^2 + (VH5)^2}}{VF^\circ}$$

VF° = Tension de la porteuse

$VH3$ = Tension harmonique rang 3

$VH5$ = Tension harmonique rang 5

Exemple

Calculer le taux distorsion harmonique de la figure ci-dessus

1° On applique la formule

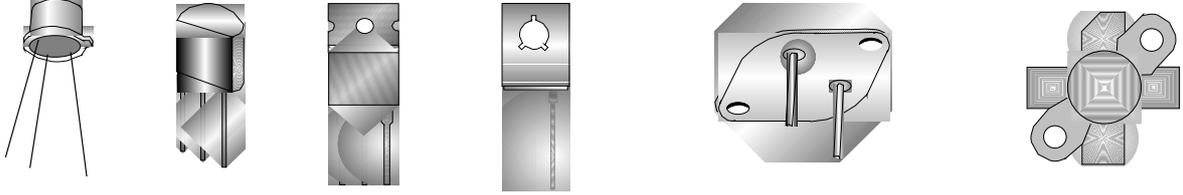
$$T\% = 100 \sqrt{(VH3)^2 + (VH5)^2} / VF^\circ$$

$$T\% = 100 \sqrt{(6)^2 + (2)^2} / 12 \qquad T\% = 100 \sqrt{(36) + (4)} / 12$$

$$T\% = 100 \sqrt{40} / 12 \qquad T\% = 100 (6,32) / 12$$

$$T\% = 52,70\%$$

40 LES TRANSISTORS



40.1 GAIN EN COURANT

Le gain en courant du transistor est égale au, rapport qui existe entre la valeur du courant du collecteur et celle du courant de base qui lui à donné naissance.

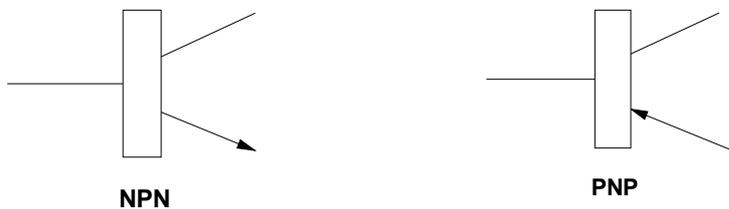
Si le transistor a un gain de 100 , c'est à dire que si on injecte un courant de 4 mA dans la base de celui-ci, il en résulte un courant de 400 mA dans le collecteur



$$I_c = \beta I_b$$

I_c courant collecteur (mA) β gain en courant I_b courant de base

40.2 TRANSISTORS NPN & PNP

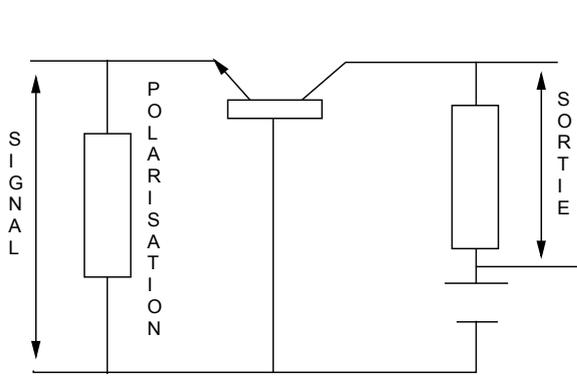


40.3 COURANT DANS UN TRANSISTOR

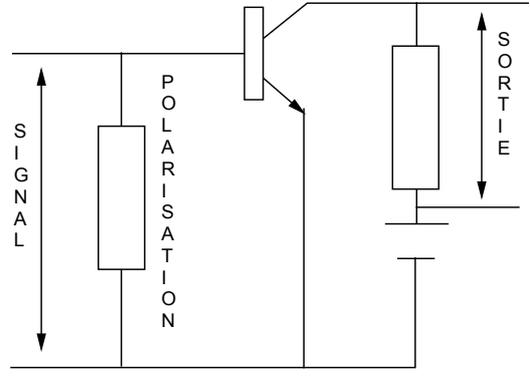
Le courant d'émetteur est égal à la somme des courants de base et de collecteur

$$I_E = I_C + I_B$$

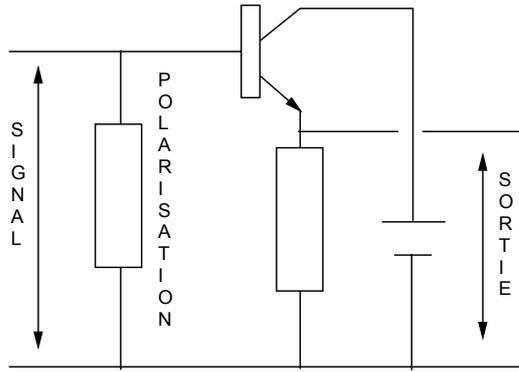
40.4 TROIS MONTAGES DE BASE



BASE COMMUNE



EMETTEUR COMMUN



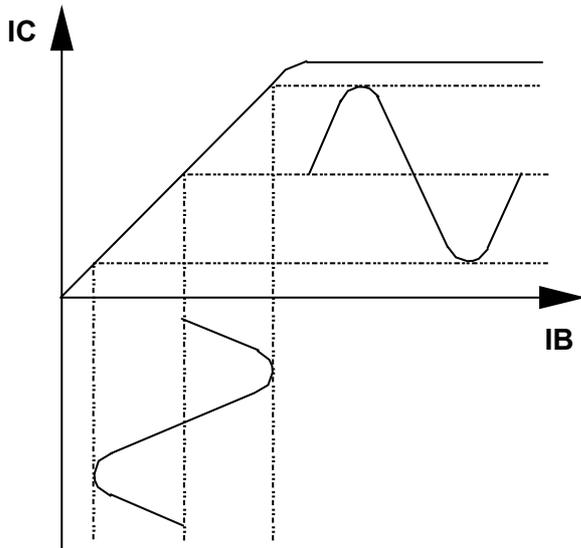
COLLECTEUR COMMUN

40.5 CARACTÉRISTIQUES DES TRANSISTORS

Caractéristiques	Base commune	Émetteur commun	Collecteur commun
Gain en puissance	Moyen	Élevé	Faible
Gain en tension	Élevé	Élevé	Inférieure à l'unité
Gain en courant	Inférieure à l'unité	Élevé	Élevé
Impédance d'entrée	Faible	Moyenne	Élevé
Impédance de sortie	Élevé	Moyenne	Faible
Signal de sortie et signal d'entrée	En phase	En opposition de phase	En phase
Fréquence maximal de fonctionnement	Élevé	Inférieure à celle du montage à base commune	Généralement faible mais elle dépend de la résistance propre de la source du signal

40.6 CLASSES D'AMPLIFICATION

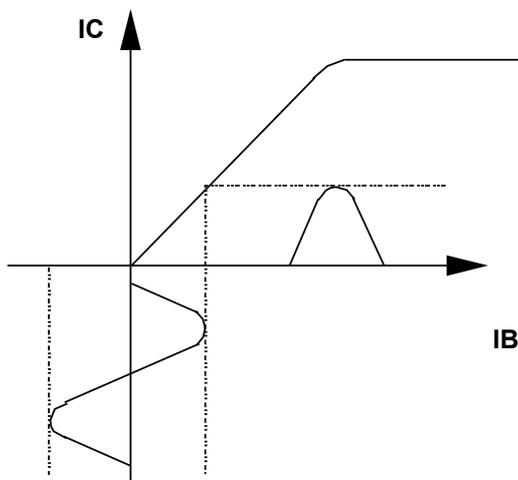
40.6.1 AMPLIFICATION CLASSE A



Les signaux amplifiés sont dans la partie rectiligne de la caractéristique statique du transistor (ou du tube).
L'amplification est linéaire, les signaux de sortie reproduisent les signaux d'entrée sans distorsion.

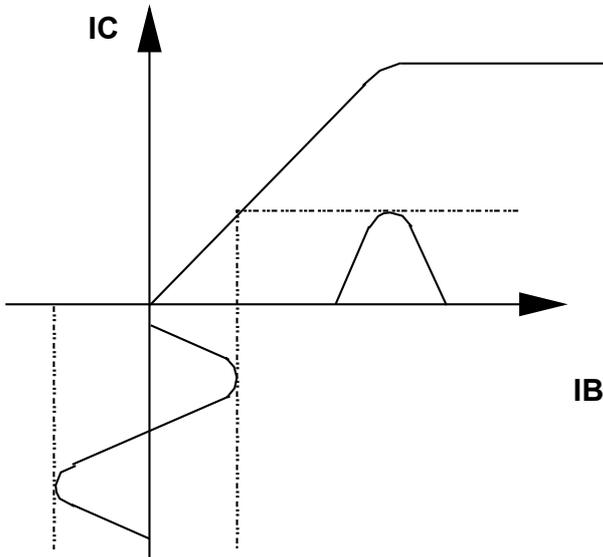
L'amplificateurs de classe A dont la linéarité est excellente, est utilisé pour l'amplification des signaux BF et HF.

40.6.2 AMPLIFICATION CLASSE B



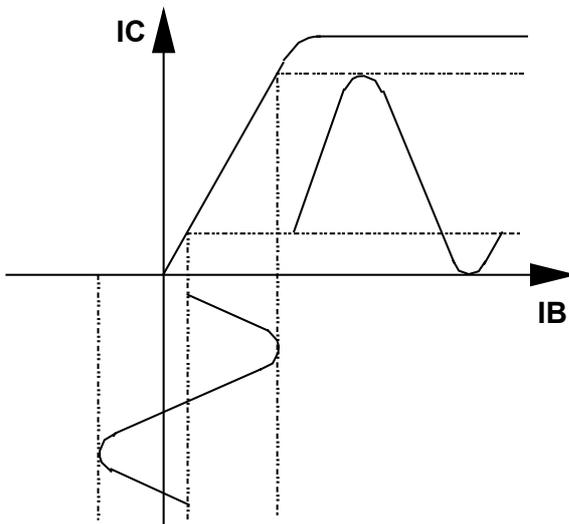
Le signal sinusoïdal est appliqué à l'entrée, le transistor conduit pendant les demi-alternances positives du signal, tandis qu'il reste bloqué pendant les demi alternances négatives. La linéarité HF est correcte , le rendement est de l'ordre de 50%.

40.6.3 AMPLIFICATION CLASSE C



Le transistor (ou le tube) ne conduit alors que pendant un temps très court (sommet du signal sinusoïdal d'entrée). La linéarité est mauvaise en basses et hautes fréquences. Le rendement est, par contre, excellent (70%). utilisée en modulation de fréquence

40.6.4 AMPLIFICATION CLASSE A-B



Pour obtenir un rendement plus important qu'en classe A et une meilleure linéarité qu'en classe B, Le transistor ou le tube est légèrement polarisé.,on obtient un bon rendement

41 REACTANCES CAPA & SELF

41.1 REACTANCE INDUCTIVE (self)

Contrairement à la résistance qui possède une valeur constante quelle que soit la fréquence du courant alternatif qui la traverse.

L'inductance (self) à une réactance qui augmente proportionnellement avec la fréquence

$$X_I = L \cdot 2\pi F$$

X_I = Réactance en Ohms (Ω)

L = Inductance en Henry (H)

2π = Coefficient égal à 6,28

F = Fréquence en Hertz (Hz)

$$X_I = L \cdot \omega$$

$\omega = 2\pi F$ qui est la pulsation du signal

41.2 REACTANCE CAPACITIVE

Un condensateur présente une réactance capacitive qui dépend de la valeur du signal alternatif qui le traverse. La réactance capacitive diminue avec la fréquence

$$X_C = 1 / C \cdot 2\pi F$$

X_C = Réactance capacitive en Ohms (Ω)

C = Capacité en Farads (F)

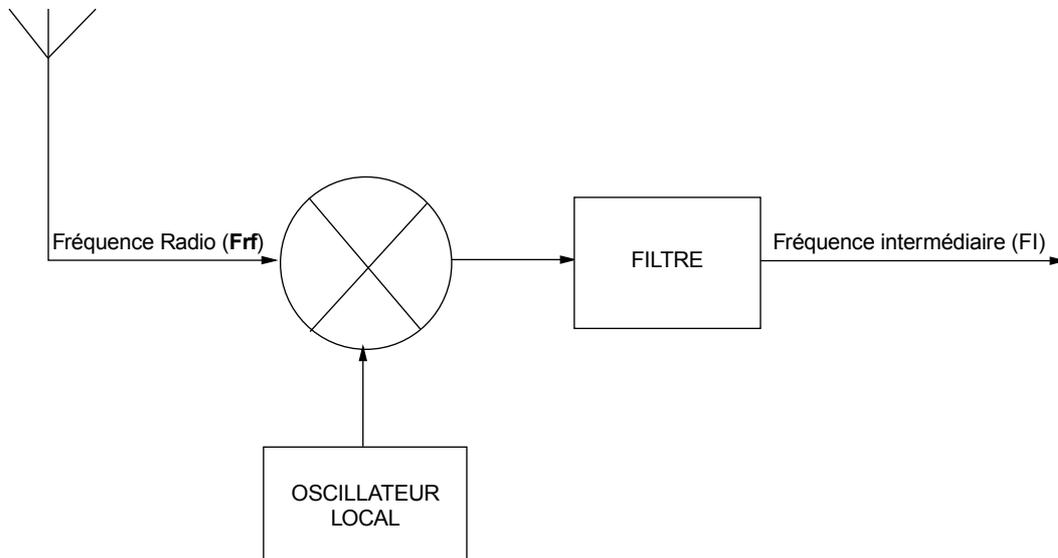
2π = Coefficient égal à 6,28

F = Fréquence en Hertz (Hz)

$$X_C = 1 / C \cdot \omega$$

$\omega = 2\pi F$ qui est la pulsation du signal

42 MELANGEUR



Le mélangeur comme son nom l'indique sert à mélanger deux fréquences F_{fr} et F_{loc}
 F_{fr} = Fréquence radio reçue par l'émetteur ou le récepteur
 F_{loc} = Fréquence de l'oscillateur local

A la sortie du mélangeur on obtient la somme et la différence des deux fréquences mélangées

42.1 FREQUENCE INTERMEDIAIRE (FI)

Pour obtenir une fréquence intermédiaire il faut placer un filtre accordé sur la somme ou la différence à la sortie du mélangeur

42.2 FREQUENCE D'UN OSCILLATEUR LOCAL

42.2.1 OSCILLATEUR LOCAL SUPRADYNE

C'est à dire que sa fréquence est supérieure à celle du signal radio

$$\text{Floc} = \text{Ffr} + \text{FI}$$

42.2.2 OSCILLATEUR LOCAL INFRADYNE

C'est à dire que sa fréquence est inférieure à celle du signal radio

$$\text{Floc} = \text{Ffr} - \text{FI}$$

Nota : En règle générale un récepteur MA (modulation d'amplitude) fonctionne en supradyne avec une fréquence intermédiaire de 455KHz

Exemple

Un récepteur MA (modulation d'amplitude) dont la fréquence intermédiaire est de 455KHz et qui reçoit un signal radio de 10 MHz calculer la fréquence de l'oscillateur local.

$$\text{Floc} = \text{Ffr} + \text{FI}$$

$$\text{Floc} = 10 + 0,455 = 10,455 \text{ KHz}$$

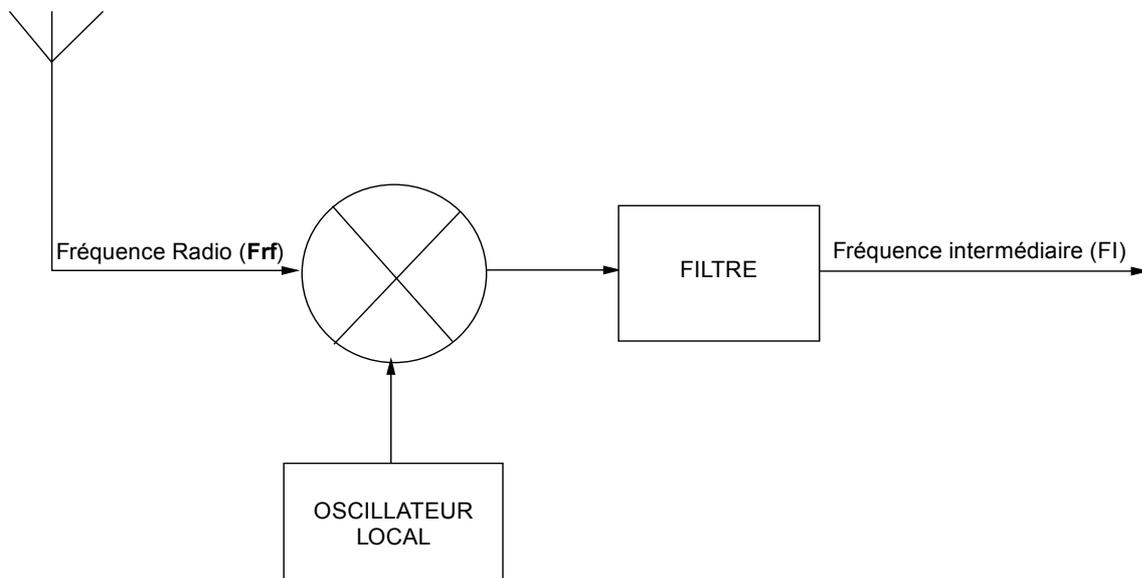
43 FREQUENCE IMAGE

Le changement de fréquence d'un signal radio est obtenue: en injectant le signal reçu et l'oscillateur local à travers un mélangeur

Lorsqu'on mélange deux signaux entre eux on obtient en sortie du mélangeur deux signaux qui sont égal à la somme ou à la différence des deux signaux mélangés

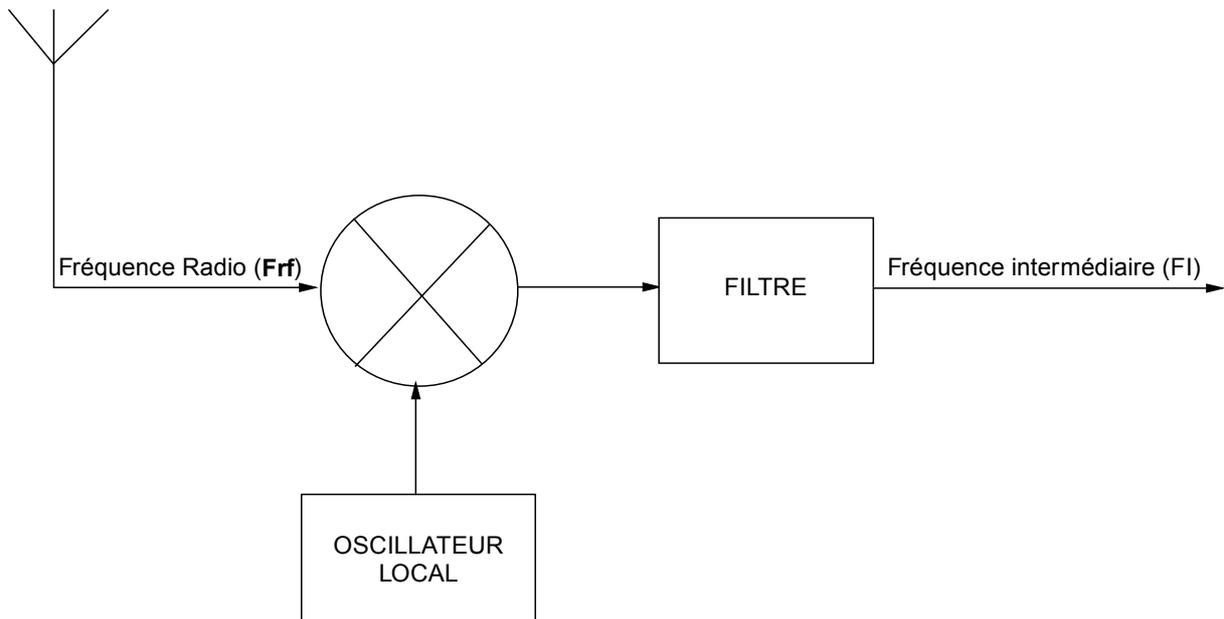
On trouve deux fréquences image selon le montage de l'oscillateur

1°) Montage supradyne



$$F(\text{image}) = Frf + 2 Ffi$$

2°) Montage infradyne



$$F(\text{image}) = Frf - 2 Ffi$$

F(image) = Fréquence image
Frf = Fréquence du signal radio
Ffi = Fréquence du signal fi

Exemple 1

Une fréquence intermédiaire de 455 KHz et un oscillateur local à 1055 KHz, deux signaux sont reçus.

Premier signal est égal à la somme (supradyne)
 $1055 + 455 = 1510$ KHz

Deuxième signal est égal à la différence (infradyne)
 $1055 - 455 = 600$ KHz

Si un émetteur puissant fonctionne sur la fréquence image d'un récepteur supradyne .Il y a réception de deux émissions simultanée.

Pour résoudre ce problème il faut ajouter un filtre accordé uniquement sur la fréquence à recevoir.

Exemple 1

Déterminer la fréquence image d'un signal radio à 800 KHz reçu par un récepteur supradyne de 455 KHz de fréquence intermédiaire

$F(\text{image}) = Frf + 2Ffi$
 $F(\text{image}) = 800 + (2 \cdot 455) = 1710$ KHz

Exemple 2

Calculez la portion de gamme entre 1000 et 2200 Hz susceptible d'être perturbée par les fréquences images du changement de fréquence d'un récepteur supradyné à 455 KHz de fréquence intermédiaire

1°) On calcul la fréquence image pour le début de bande

$$F(\text{image}) = F_r + 2F_i$$

$$F(\text{image}) = 1000 + (2 \cdot 455) = 1910 \text{ KHz}$$

2°) On calcul la fréquence image pour la fin de bande

$$F(\text{image}) = F_r + 2F_i$$

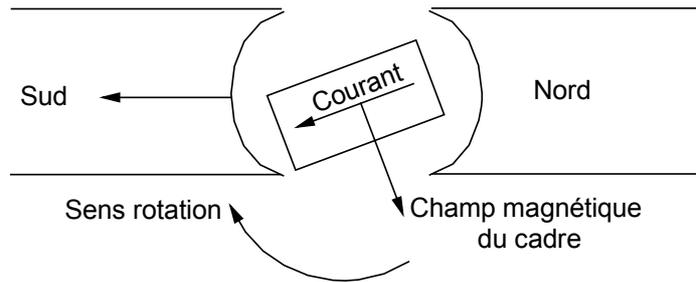
$$F(\text{image}) = 2200 + (2 \cdot 455) = 3110 \text{ KHz}$$

La portion de bande affectée sera comprise entre 1910 et 3110 KHz

44 APPAREILS DE MESURE

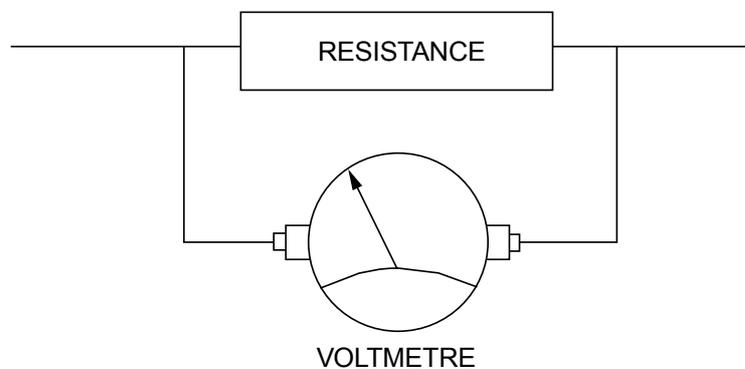
44.1 PRINCIPE

C'est le déplacement d'un cadre mobile dans un champ magnétique.



44.2 VOLTMETRE

C'est un appareil qui sert à mesurer des tensions. On le place toujours en dérivation sur le circuit à mesurer.



44.3 RESISTANCE INTERNE D'UN VOLTMETRE

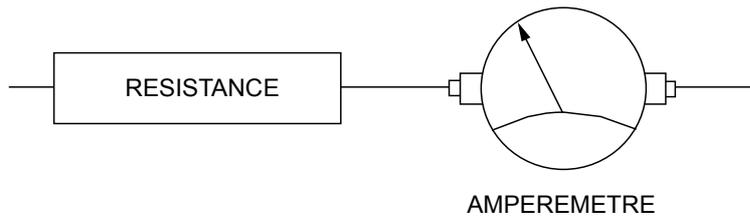
Si nous voulons fabriquer un voltmètre à partir d'un galvanomètre. La formule ci-dessous nous permet de calculer la résistance R_s qu'il faut brancher en série avec le dit galvanomètre pour le transformer en voltmètre

$$R_s = (C S) - R_g$$

- R_s = résistance série (Ω)
- C = calibre du voltmètre (V)
- S = sensibilité (Ω/V)
- R_g = résistance du galvanomètre (Ω)

44.4 AMPEREMETRE

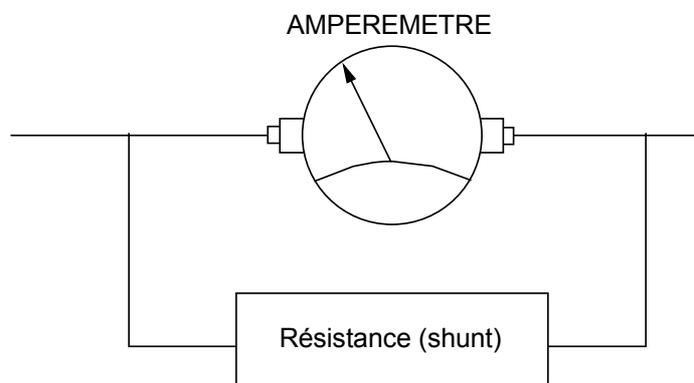
C'est un appareil qui sert à mesurer des intensités. On le place toujours en série dans le circuit à mesurer.



45 SHUNT

45.1 DEFINITION

La plus part des appareils de mesure de courant n'admette que de faible valeur de courant. De ce fait pour mesurer des courants plus importants , il est nécessaire de placer à ses bornes une résistance en dérivation, qui absorbe la plus grande partie du courant à mesurer. C'est à dire que le galvanomètre perçoit qu'une partie infime du courant à mesurer



45.2 CALCUL RESISTANCE SHUNT

$$R_d = R_g (I_g / I_t - I_g)$$

R_d = résistance de dérivation
 R_g = résistance galvanomètre
 I_g = courant du galvanomètre
 I_t = courant total

Exemple

Un ampèremètre utilise un galvanomètre de 2000 Ω de résistance interne déviant à pleine échelle pour un courant de 1 milliampère. Quelle doit être la valeur de la résistance mise en dérivation pour mesurer un courant de 2 Ampères

$$\begin{aligned} R_d &= R_g (I_g / I_t - I_g) \\ R_d &= 2000 (0,001 / 2 - 0,001) \\ R_d &= 2000 (0,001 / 1,999) \\ R_d &= 2000 (0,000500250) = 1,00050 \Omega \end{aligned}$$

45.3 POUVOIR MULTIPLICATEUR DU SHUNT

$$R_d = R_g / m - 1$$

R_d = résistance de dérivation

R_g = résistance galvanomètre

m = nouvelle intensité / ancienne intensité

Exemple

Soit un milliampèremètre qui est gradué de 0 à 15 mA. Quelle est la valeur du shunt si on l'utilise pour une déviation de 100 mA sachant que la résistance interne est de 200 Ω

$$R_d = R_g / m - 1$$

$$m = 100 / 15 = 6,666 \text{ mA}$$

$$R_d = 200 / 15 - 6,666$$

$$R_d = 200 / 8,334 = 23 \text{ } \Omega$$

46 FORMULE DE THOMSON

46.1 DEFINITION

Permet de calculer la fréquence de résonance d'un circuit oscillant parallèle ou série

1°) Formule générale

$$F = 1 / 2 \Pi \sqrt{LC}$$

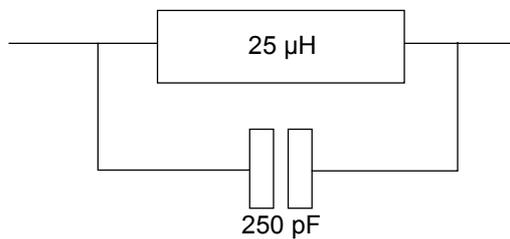
L = Henry

C = Farad

F = Hertz

Exemple

Calculer la fréquence de résonance



Calculons la fréquence avec la formule généralisée

$$F = 1 / 2 \Pi \times \sqrt{LC}$$

$$F = 1 / 6,28 \times \sqrt{25 \times 10^{-6} \times 250 \times 10^{-12}}$$

$$F = 1 / 6,28 \times \sqrt{6250 \times 10^{-18}}$$

$$F = 1 / 6,28 \times 79,056942 \times 10^{-9}$$

$$F = 1 / 496,47759576 \times 10^{-9}$$

$$F = 10^9 / 496,47759576$$

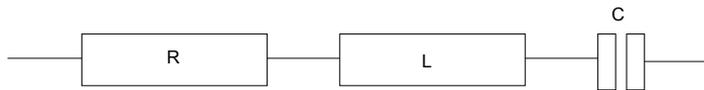
$$F = 2014189,5798 \text{ HZ}$$

$$F \neq 2014189 \text{ HZ}$$

$$F \neq 2,014 \text{ MHZ}$$

47 CIRCUITS R L C à LA RESONANCE

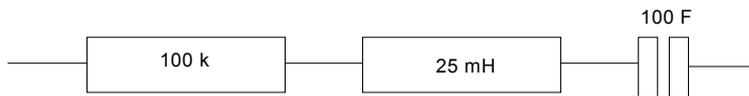
47.1 R L C SERIE



L'impédance à la résonance est égale à la valeur de la résistance

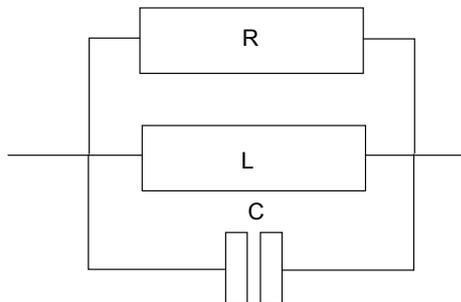
Exemple

Valeur de l'impédance de ce circuit à la résonance



L'impédance est égale à 100K

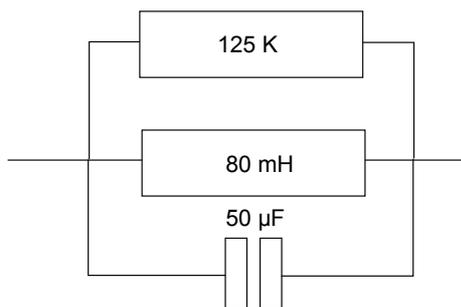
47.2 R L C en PARALLELE



L'impédance à la résonance est égale à la valeur de la résistance

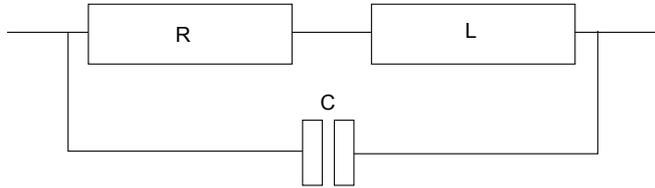
Exemple

Valeur de l'impédance de ce circuit à la résonance



L'impédance est égale à 125K

47.3 R L C MIXTE



$$Z = L / R C$$

Z = (Ω)
 L = HENRY
 R = (Ω)
 C = FARAD

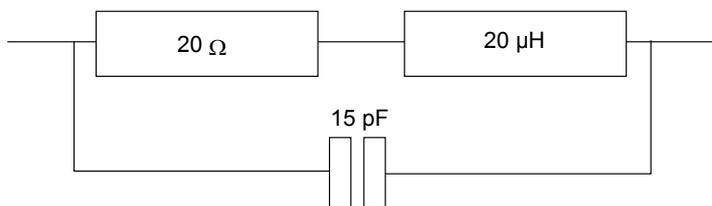
Deuxième formule en fonction de Q (facteur de qualité)

$$Z = Q L \omega$$

$\omega = 2 \pi F$
 F = en Hertz

Exemple

Valeur de l'impédance de ce circuit à la résonance



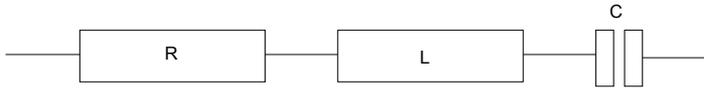
$$Z = L / RC$$

$$Z = 20 \cdot 10^{-6} / 20 \times 15 \cdot 10^{-6}$$

$$Z = 20 \cdot 10^{-6} / 300 = 66666,66 \Omega$$

48 COEFFICIENT DE SURTENSION

48.1 R.L.C SERIE



$$Q = L \omega / R$$

Q = Facteur de qualité

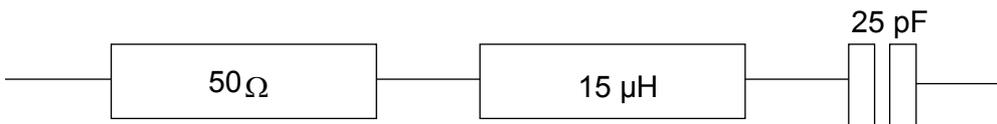
L = Henry

R = Ω

$\omega = 2 \Pi F$

Exemple

Calculer le coefficient de surtension du circuit ci dessous, sachant que la fréquence est de 14MHz



$$Q = L \omega / R$$

$$\omega = 2 \Pi F$$

$$\omega = 6,28 \times 14 \times 10^6$$

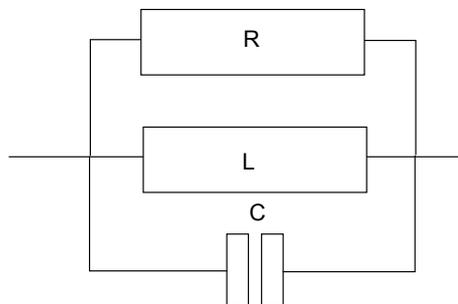
$$\omega = 87,92 \times 10^6$$

$$Q = 15 \times 10^{-6} \times 87,92 \times 10^6 / 50$$

$$Q = 15 \times 87,92 / 50$$

$$Q = 1318,8 / 50 = 26,376$$

48.2 R.L.C PARALLELE



$$Q = R / L \omega$$

Q = Facteur de qualité

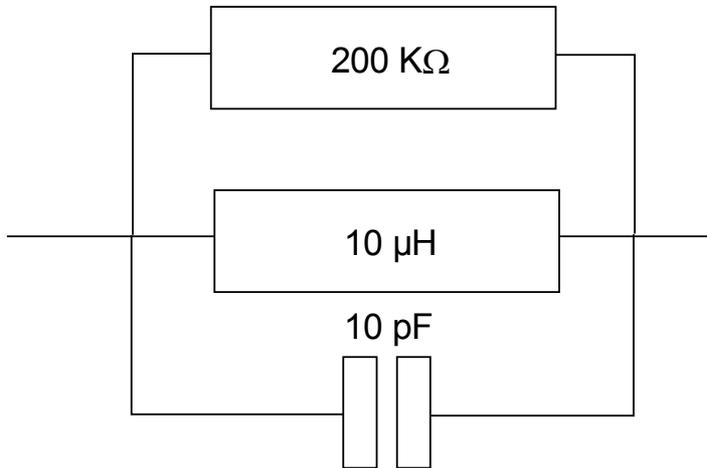
L = Henry

R = Ω

$\omega = 2 \Pi F$

Exemple

Calculer le coefficient de surtension du circuit ci dessous, sachant que la fréquence est de 10MHz



$$Q = R / L \omega$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$\omega = 6,28 \times 10^6$$

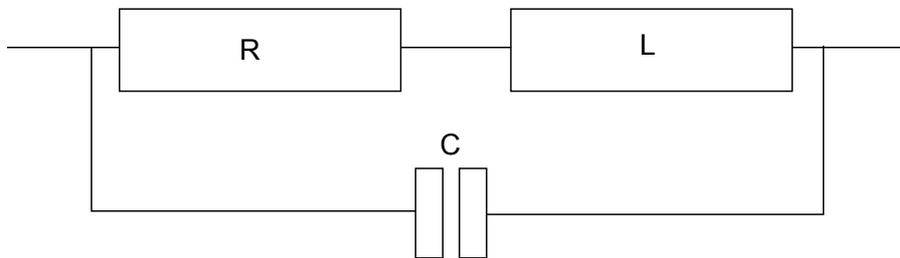
$$\omega = 628 \times 10^6$$

$$Q = 20000 / 10 \times 10^{-6} \times 62,8 \times 10^6$$

$$Q = 20000 / 10 \times 62,8$$

$$Q = 20000 / 628 = 3,184$$

48.3 R.L.C MIXTE



$$Q = L\omega / R$$

Q = Facteur de qualité
L = Henry
R = Ω
 $\omega = 2 \pi F$

SI LA FREQUENCE EST INCONNUE ON APPLIQUE CETTE FORMULE

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

Q = Facteur de qualité
L = en Henry
R = en Ω
C = en Farad

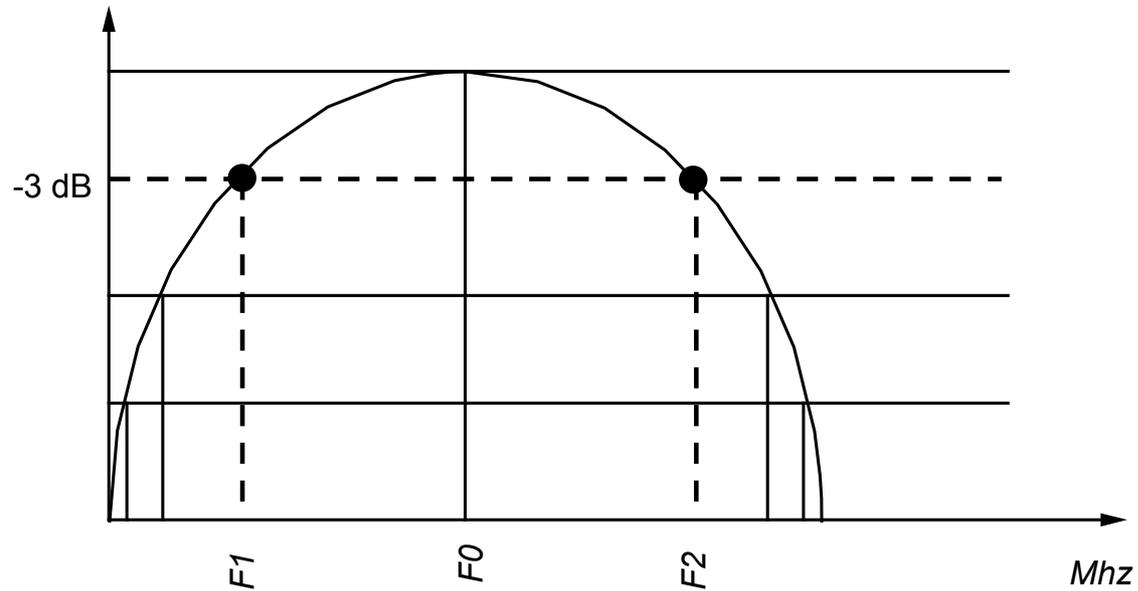
49 BANDE PASSANTE D'UN CIRCUIT

La bande passante d'un circuit est mesurée à -3dB (demie puissance)

$$\Delta F = Fr / Q$$

Fr = Fréquence de résonance
Q = Coefficient de surtension
 ΔF = Hertz, Kilohertz, Mégahertz

49.1 CALCUL DE LA BANDE PASSANTE EN FONCTION DE DEUX FREQUENCES

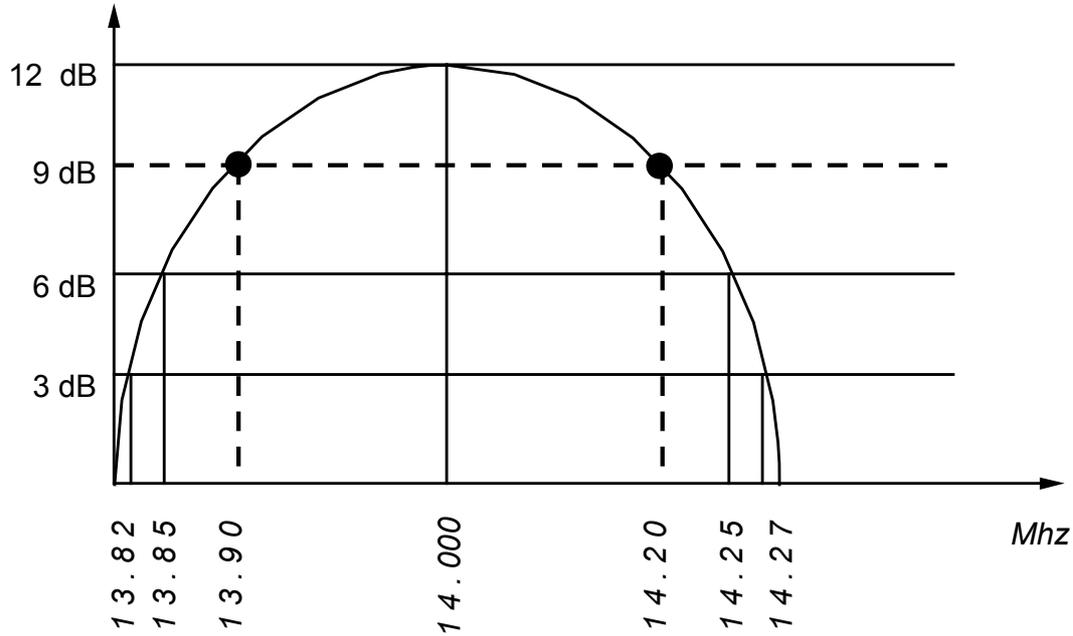


F_0 = Fréquence centrale (porteuse)
 F_1 = Fréquence inférieure à la porteuse
 F_2 = Fréquence supérieure à la porteuse

$$F = F_2 - F_1$$

49.1.1 Exemple :

Calculer la bande passante de la figure ci dessous à -3dB (demie puissance)



Sur la figure ci dessus la puissance de ce signal se trouve à 12 dB

Pour connaître la bande passante à -3dB, on prend la puissance du signal (12dB) à laquelle on retranche -3dB.

C'est à dire que la bande passante va se lire à 9dB

A 9dB on trouve deux points qui nous délimitent notre bande passante

On applique la formule

$$F = F2 - F1$$

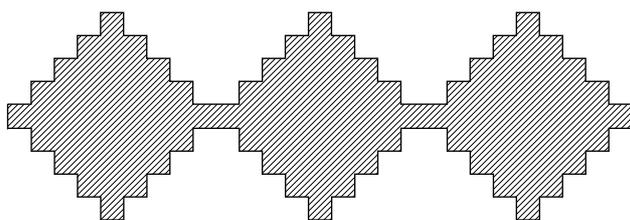
$$F = 14,200 - 13,900 = 0,300 \text{ MHz ou } 300 \text{ KHz}$$

Attention à ne pas dire que le signal à demie puissance est égal à -6dB

50 DIFFERENTS TYPE DE MODULATIONS

50.1 AM

La HF est modulée par la BF la BF fait une enveloppe autour de la HF. En représentant l'AM en fonction de la fréquence, on retrouve la porteuse au centre de la modulation et deux bandes latérales de chaque côté transportant le message BF.



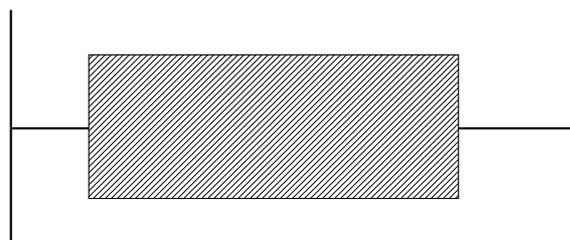
Représentation Minitel

50.2 BLU

La BLU est créée à partir de l'AM dont on supprime la porteuse et une bande latérale afin d'optimiser la puissance émise : la porteuse ne transporte aucun message, les deux bandes latérales transportent le même message.

50.3 FM

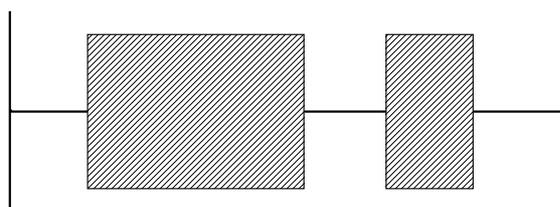
En FM, la fréquence de la porteuse est modulée au rythme de la BF. Lorsque la BF est au maximum, la fréquence est maximum, et vice versa. L'excursion (ou swing) en fréquence est l'écart entre la fréquence centrale et la fréquence extrême. La bande passante (ou occupée) est le double de l'excursion et est l'écart entre les deux fréquences extrêmes.



Représentation Minitel

50.4 CW

La CW est simplement de la HF modulée en tout ou rien.



Représentation Minitel

51 POURCENTAGE DE MODULATION

51.1 EN MODULATION D'AMPLITUDE (AM)

$$M = (VM/VP) \times 100$$

M= Pourcentage de modulation (%)
VM = Tension crête de modulation (V)
VP = Tension de la porteuse (V)

51.2 EN MODULATION DE FREQUENCE (MF)

$$M = (\Delta f / 75 \times 10)$$

52 DEFINITIONS

52.1 MELANGEUR

Est un additionneur et un soustracteur de fréquences

52.2 AMPLI FI

Améliore la sensibilité et la sélectivité du récepteur

52.3 RECEPTEUR HETERODYNE

L'avantage d'un récepteur hétérodyne par rapport à un récepteur direct réside en :
l'amplification FI qui améliore très fortement la sensibilité du récepteur

52.4 SILENCIEUX (SQUELCH)

Son rôle est de bloquer les émissions de faible puissance avant leur arrivée dans l'ampli audio

52.5 C. A. G

Un contrôle automatique de gain (C. A. G) stabilise l'amplification RF et FI du récepteur

52.6 FREQUENCE IMAGE

La fréquence image est partiellement bloquée par l'ampli RF lorsque celui ci et l'ampli FI sont réglés sur la même commande

52.7 TAUX DE REJECTION

Le taux de réjection de la fréquence image dépend de la sélectivité du circuit d'amplification RF

52.8 TRANSMODULATION

La transmodulation est essentiellement provoquée par la non linéarité de l'étage RF

52.9 EXCURSION

Un signal FM dont l'excursion est Δ , passe par un doubleur de fréq, la nouvelle excursion de fréquence est égale à 2Δ

52.10 INDICE DE MODULATION

Un signal FM dont l'indice de modulation $0F$, passe par un mélangeur à distorsion quadratique, le nouvel indice de modulation est toujours égal à $0F$

52.11 OCTAVE

C'est le double de la fréquence Exemple l'octave de 4 MHz est 8MHz

52.12 DÉCADE

C'est dix fois la fréquence Exemple la décade de 10 MHz est 100MHz

52.13 NON LINEARITE

Lorsqu'un amplificateur non linéaire à distorsion quadratique reçoit deux signaux : F1 et F2 ; la fréquence du spectre du signal de sortie est: ($2xF1$), ($F2-F1$), (F2), ($F2+F1$), ($2xF2$)

52.14 DISTORSION

La distorsion due à un élément non linéaire implique la création de fréquences harmoniques et d'intermodulation.

52.15 MICROPHONE

Un microphone à ruban est bidirectionnel
directif.

Un microphone cardioïde est

52.16 POLARISATION (ANTENNE)

La polarisation d'une antenne est définie par la direction de son champ magnétique.

53 MESURES

53.1 RESISTANCE

Pour mesurer avec précision la valeur d'une résistance, on utilise un pont de wheastone

Pour mesurer la valeur d'une résistance, on utilise un ohmmètre

53.2 BANDE OCCUPEE ou BANDE PASSANTE

Pour mesurer la bande occupée par un signal, on utilise un analyseur de spectre.

53.3 FREQUENCE

Pour mesurer une fréquence il faut utiliser un fréquencemètre

Pour vérifier la fréquence d'un circuit oscillant , ou pour rechercher des fréquences harmoniques
il faut utiliser un grip dip

53.4 LA TENSION

Pour mesurer la tension il faut utiliser un voltmètre (en parallèle dans le circuit)

53.5 L'INTENSITE

Pour mesurer l'intensité il faut utiliser un ampèremètre (en série dans le circuit)

54 TYPE DE MODULATION

54.1 AM

Le type de détecteur (détecteur d'enveloppe) implique un appareil à modulation d'amplitude (AM)

54.2 FM

Le type de (discriminateur) ou (désaccentuateur) implique un appareil à modulation de fréquence (AM)

54.3 BLU

Le type de détecteur (détecteur de produit) et (BFO) implique un appareil à bande latérale unique (BLU)

Radio Club Télécom Saâcy F5KKU
Rue des Pouplains
77730 Saâcy sur Marne
f5kku@wanadoo.fr