

► Récepteur en modulation d'amplitude

On se propose dans cette manipulation de tester la réception AM (amplitude modulation) d'un récepteur conçu pour recevoir les émissions en AM et en FM monophonique.



Il s'agit d'un récepteur à changement de fréquence construit autour du circuit intégré CXA1191 (doc. technique en **Annexe 1**). Les caractéristiques techniques et conseils d'utilisation du récepteur sont donnés en **Annexe 2**.

Le spectre alloué, en France, à la radiodiffusion AM dans la gamme des Petites Ondes s'étend de 526,5 à 1606,5 kHz, soit 1080 kHz divisés en **120 canaux de largeur 9 kHz** ($f = 531 + N.9$ kHz, N étant le numéro du canal).

Les fréquences des principaux émetteurs de la bande des Petites Ondes sont données en **Annexe 3**.

Remarque importante : durant le TP, il est inutile de déployer l'antenne télescopique qui ne sert qu'en FM !

Activité 1 : mise en service

Si nécessaire, recharger la batterie du récepteur en tournant la manivelle durant 1 à 2 minutes. Vérifier le bon fonctionnement du récepteur sur la gamme AM en écoutant quelques stations à un volume discret compatible avec l'ambiance feutrée d'une salle de TP.

Calculer les longueurs d'ondes correspondant aux signaux à recevoir aux deux extrémités de la bande. Sachant qu'une antenne est efficace si sa longueur L est telle que : $L \approx \lambda/4$, justifier la « Remarque importante » ci-dessus.

Une onde électromagnétique est constituée d'un champ électrique E et d'un champ magnétique B qui varient sinusoïdalement à la fréquence du signal émis. Si l'antenne télescopique (sensible à E) n'est pas efficace, où est l'antenne qui sert à capter les petites ondes ?

Activité 2 : encombrement spectral d'un émetteur

A partir du relevé du spectre d'un émetteur de la bande AM-PO fourni, déduire les caractéristiques de l'émetteur : sa fréquence, son encombrement spectral à -10 dB et -40 dB. Cet émetteur tient-il dans le canal ?

Activité 3 : spectre audio du signal reçu

Relier la sortie Audio du récepteur à l'entrée ligne du PC pour pouvoir analyser le signal basse-fréquence avec Audiotester.



Régler le récepteur sur une station (réelle ou émise au labo) et relever le spectre du signal audio. En déduire une estimation des limites du spectre transmis en AM.

Activité 4 : vérification de la bande couverte par le récepteur

Régler le récepteur en bout de bande (environ 525 kHz) et placer à proximité un générateur basse-fréquence fournissant un signal sinusoïdal. Vérifier qu'on entend un son particulier lorsque la fréquence du générateur correspond à la fréquence d'accord du récepteur.

Mesure la fréquence minimale que peut capter ce récepteur. Même question pour l'autre bout de la bande (≈ 1650 kHz).

Activité 5 : mesure de la distorsion harmonique

Accorder le récepteur sur le générateur du labo qui émet une porteuse à $f_1 = 1$ MHz modulée par une sinusoïde à 1 kHz. Activer la mesure de distorsion harmonique THD de Audiotester et en déduire le taux de distorsion harmonique du poste de radio. Comparer cette caractéristique avec la valeur annoncée par le fabricant du CXA1191.

Activité 6 : mesure du SINAD et du S/B

On garde le même montage que précédemment. Tenir compte du bruit et mesurer le SINAD en sortie du récepteur. On ne tient plus compte que du fondamental et du bruit : mesurer alors le rapport Signal/Bruit appelé S/B.

Activité 7 : repérage dans le récepteur

A l'aide de la documentation technique du circuit CXA1191 :

- surligner en couleur sur le schéma du récepteur le trajet du signal de l'antenne jusqu'à la sortie casque
- repérer les composants relatifs aux différentes fonctions et les broches du CXA1191

Activité 8 : courbe de réponse en fréquence

Accorder le récepteur sur le générateur du labo qui émet une porteuse modulée par une sinusoïde de fréquence variable générée par Audiotester. Activer le mode Sweep measurement en décochant la case « Sync », relever la courbe de réponse et mesurer les fréquences de coupure. Commenter.

Activité 9 : filtre de fréquence intermédiaire

Accorder le récepteur sur une fréquence connue, et le placer à proximité de l'analyseur de spectre pour capter le signal produit par son oscillateur. Mesurer sa fréquence f_0 . Expliquer à quoi sert cet oscillateur local et déduire de la mesure la valeur de la fréquence centrale f_i du filtre de fréquence intermédiaire.

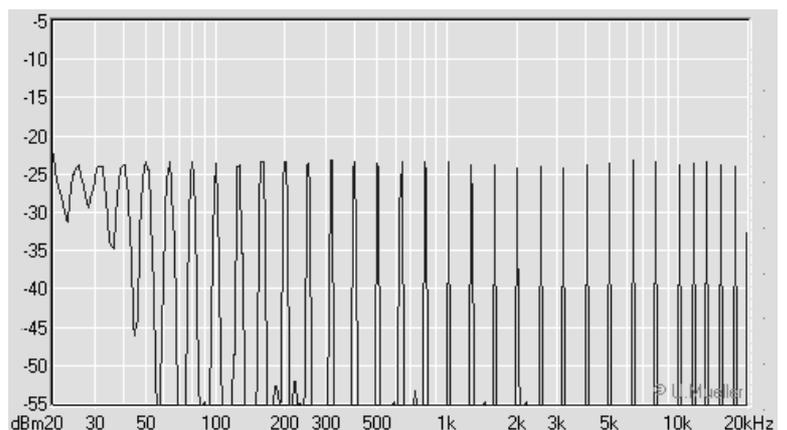
Activité 10 : comportement du récepteur en bruit blanc

Accorder le récepteur entre deux stations pour qu'il n'y ait que du bruit en sortie. Relever le spectre du signal audio, éloigner au besoin le récepteur du moniteur du PC qui crée en son voisinage un champ magnétique parasite. Quel est le rapport entre ce spectre et la courbe de réponse du poste de radio ? en déduire la bande passante du récepteur et comparer au résultat de l'activité 8.

Activité 11 : réception d'un peigne de fréquence

La porteuse de l'émetteur à 1 MHz est maintenant modulée par un ensemble de sinusoïdes BF toutes de même amplitude formant un « peigne de fréquence ».

Relever le spectre en sortie du récepteur et en déduire une nouvelle évaluation de sa courbe de réponse.



Annexe 1 : caractéristiques techniques du CXA1191


UNISONIC TECHNOLOGIES CO., LTD
CXA1191
LINEAR INTEGRATED CIRCUIT
FM/AM Radio
DESCRIPTION

The UTC **CXA1191** is a one-chip FM/AM radio IC designed for radio-cassette tape recorders and headphone tape recorders.

FEATURES

- *Small number of peripheral components
- *Low current consumption ($V_{cc}=3V$)
 - FM: $I_b=5.3mA$ (Typ.)
 - AM: $I_b=3.4mA$ (Typ.)
- *Built-in FM/AM select switch
- *Large current of AF amplifier

FUNCTIONS
FM section

- RF amplifier, Mixer and OSC
(incorporating AFC variable capacitor)
- IF amplifier
- Quadrature detection
- Tuning LED driver

AM section

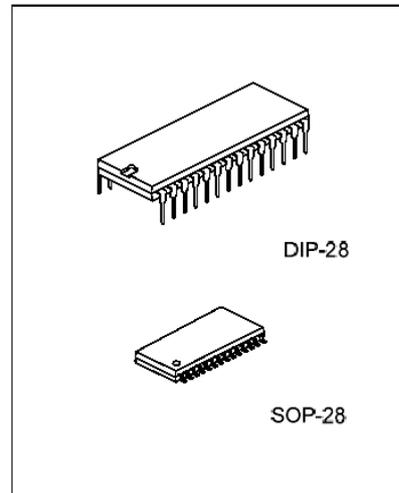
- RF amplifier, Mixer and OSC (with RF AGC)
- IF amplifier (with IF AGC)
- Detector
- Tuning LED driver

AF section

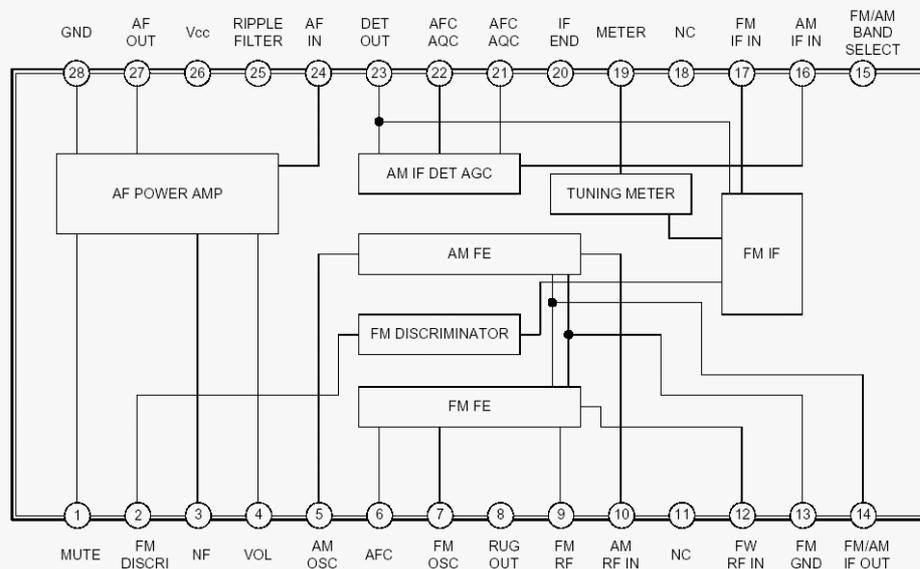
- Electronic volume control
- FM muting

Structure

- Bipolar silicon monolithic IC



Lead-free: CXA1191L
Halogen-free: CXA1191G

BLOCK DIAGRAM


■ RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

PARAMETER		SYMBOL	RATINGS	UNIT
Supply Voltage	DIP-28	V_{CC}	2 ~ 8.5	V
	SOP-28		2 ~ 7.5	V

■ ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ta=25°C, Vcc=6V)

PARAMETER	SYMBOL	SW CONDITIONS						TEST POINT	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
		1	2	3	4	5	6						
AM Circuit Current	I_{D1}	A	B	A	A	A	A	I_A	No signal, AM	-	3.5	10.0	mA
FM Circuit Current	I_{D2}	A	B	A	A	B	A	I_A	No signal, FM	-	7.0	14.0	mA
FM Front End Voltage Gain	G_{V1}	A	B	A	A	B	A	V_A	$V_{IN1}=40\text{dB}\mu\text{V}, 100\text{MHz}$	32	39	46	dB
FM Detection Output Level	V_{D1}	A	-	-	A	B	A	V_D	$V_{IN3}=90\text{dB}\mu\text{V}, 10.7\text{ MHz}$ (1 kHz, 22.5kHz DEV)	39	77.5	155	Vrms
FM IF Knee Level	V_{D2}	A	-	-	A	B	A	V_D	V_{IN3} level at a point 3 dB down from $V_{IN3}=90\text{dB}\mu\text{V}, 10.7\text{ MHz}$ (1 kHz, 22.5kHz DEV)	-	24	32	dB μV
FM Detection Output Distortion Factor	THD1	A	-	-	A	B	A	V_D	$V_{IN3}=90\text{dB}\mu\text{V}, 10.7\text{ MHz}$ (1 kHz, 75kHz DEV)	-	0.3	2.0	%
FM Meter Current	I_{B1}	A	-	-	A	B	A	I_M	$V_{IN3}=60\text{dB}\mu\text{V}, 10.7\text{ MHz}$	1.8	3.5	7.0	mA
AM Front End Voltage Gain	G_{V2}	A	A	A	A	A	A	V_B	$V_{IN3}=60\text{dB}\mu\text{V}, 1660\text{ kHz}$	15	22	29	dB
AM IF Voltage Gain	G_{V3}	A	A	-	A	A	A	V_D	V_{IN3} when 455kHz (1kHz, 30% MOD) output is - 34dBm	14	20	27	dB
AM Detection Output Level	V_{D3}	A	A	-	A	A	A	V_D	$V_{IN3}=85\text{dB}\mu\text{V}, 455\text{kHz}$ (1kHz, 30% MOD)	39	77.5	155	Vrms
AM Meter Current	I_{B2}	A	A	-	A	A	A	I_M	$V_{IN3}=85\text{dB}\mu\text{V}, 455\text{kHz}$ (1kHz, 30% MOD)	1.3	3.0	7.0	mA
AM Detection Output Distortion Factor	THD2	A	A	B	B	A	A	V_D	$V_{IN2}=60\text{dB}\mu\text{V}, 1660\text{kHz}$ (1kHz, 30% MOD), $V_{CC}=7.8\text{V}$	-	0.6	2.0	%
Audio Voltage Gain	G_{V4}	A	-	-	-	-	B	V_E	$V_{IN3}=60\text{dB}\mu\text{V}, 10.7\text{MHz}$ $V_{IN4}=-30\text{dB}\mu\text{V}, 1\text{kHz}$	27	31.5	36	dB
Audio Distortion Factor	THD3	A	-	-	-	-	B	V_E	Distortion factor for output of 50mV $V_{IN3}=60\text{dB}\mu\text{V}, 10.7\text{MHz}$ $V_{IN4}=-20\text{dB}\mu\text{m}, 1\text{kHz}$	-	0.3	2.5	%
Muting Level	V_{D4}	A	-	-	-	-	B	V_E	Muting level for 50 mW output $V_{IN4}=-20\text{dBm}, 1\text{kHz}$ V_{IN3} OFF	8	15	22	dB

0dB $\mu\text{V}=1\mu\text{V}$

Annexe 2 : caractéristiques techniques du récepteur

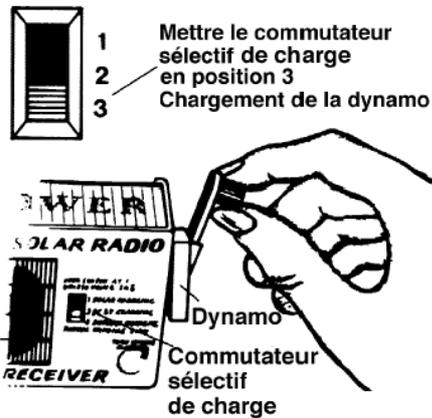
Bandes de réception :

- modulation d'amplitude : **525-1650 kHz** (gamme des Petites Ondes ou Ondes Moyennes)
- modulation de fréquence : **88-108 MHz** (réception monophonique, pas de décodeur stéréo)

Sortie casque sur Jack 3,5 mm

La radio est équipée d'un accumulateur Cd-Ni qui peut être rechargé de 3 manières, ou remplacé par 3 piles 1,5V.

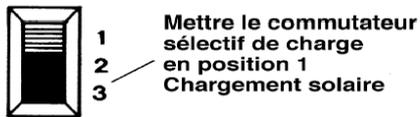
► Chargement de l'accu par le générateur (dynamo)



En tournant la manivelle durant environ 1 minute, vous pouvez écouter la radio pendant 10 minutes.

En cas de rotation plus longue sur la dynamo, la durée de fonctionnement de la radio se prolonge également.

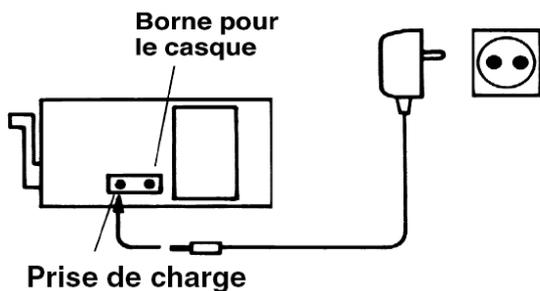
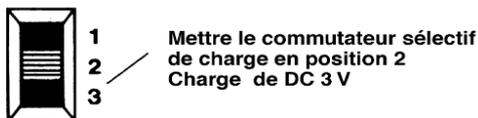
► Chargement de l'accu par la cellule solaire



En cas de rayon solaire direct, le courant de charge s'élève à environ 30 mA.

Ce courant de charge est suffisant pour écouter la radio et en même temps charger l'accu.

► Chargement de l'accu par un bloc d'alimentation (non fourni)



Votre radio dynamo solaire est équipée d'une prise pour la charge par un bloc secteur de 3V.

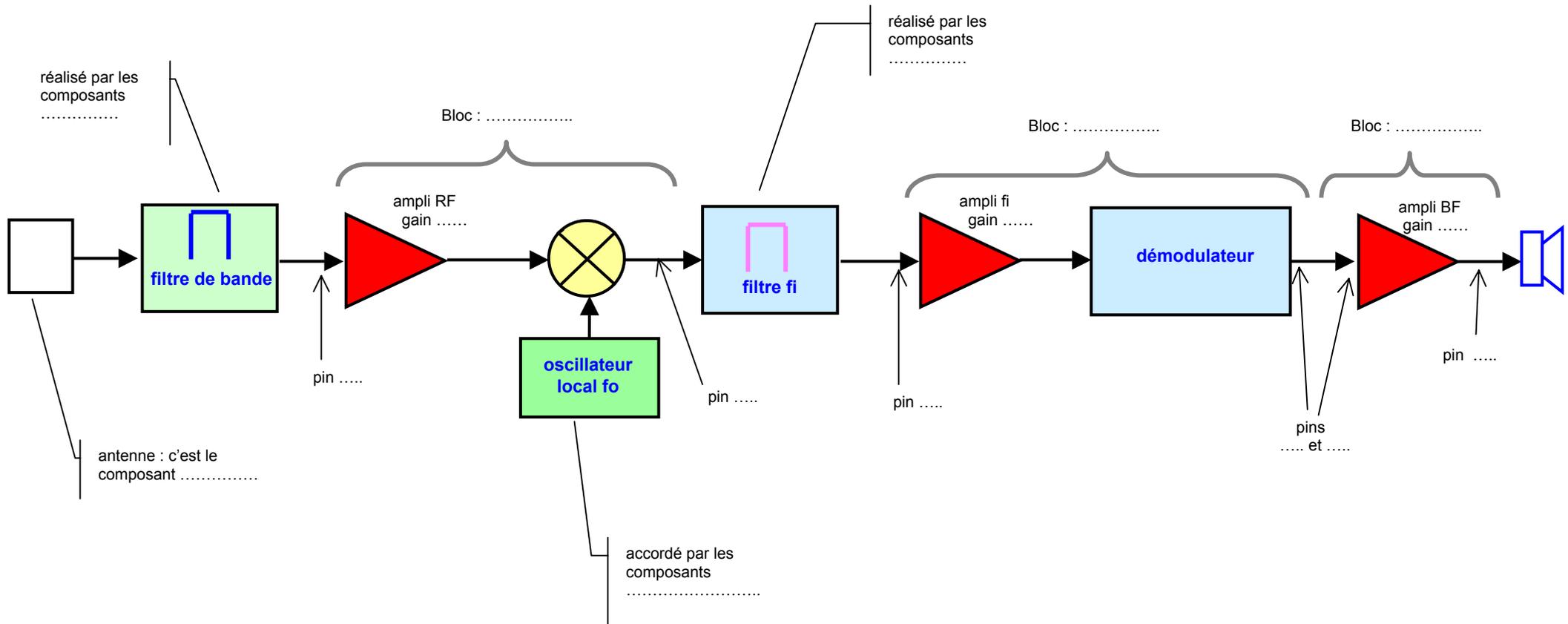
Attention : le temps de charge maximum est de 6 heures. Ne dépassez jamais ce temps de charge, sinon les accu seront endommagés.

Annexe 3 : liste des émetteurs

D'après : <http://radioscope.free.fr/lien/europe/am-france.htm>

Fréquence (en kHz)	Logo	Nom de la station	Pays d'émission
1278		France Bleue Alsace	Sélestat - France
603 / 711 / 792 / 837 / 945 / 1206 / 1242 / 1377 / 1557		France Info	Lyon / Rennes / Limoges / Nancy / Toulouse / Bordeaux / Marseille / Lille / Nice
567		RTE RADIO 1	Irlande
621		RTBF INTERNATIONAL	Belgique
639/801		RNE 1	Espagne
648		BBC WORLD SERVICE	Grande-Bretagne
657 / 1413		RNE 5 TODO NOTICIAS	Espagne
675		ARROW CLASSIC ROCK	Pays-Bas
693 / 909		BBC Five Live	Grande-Bretagne
702 / 900 / 1035 / 1368		RAI RADIO UNO	Italie
747/1251		NOS RADIO 5	Pays-Bas
756 / 1269 / 1422		DEUTSCHLANDFUNK	Allemagne
765		Option Musique	Suisse
810		BBC RADIO SCOTLAND	Grande-Bretagne
927		VRT RADIO 1	Belgique (flamand)
963		Radio Finland	Finlande
1008		GROOT NIEWS RADIO	Pays-Bas
1026		Voice of Russia	Russie
1052/1089		TalkSport	Grande-Bretagne
1125		VivaCité	Belgique
1161		EUSKADI IRRATIA	Espagne
1179		Radio Sweden	Suède
1215		Absolute Radio	Grande-Bretagne
1233 / 1305		Pure FM	Belgique
1440		RTL RADIO (journée)	Allemagne
1440		Radio Chine Internationale (le soir)	Allemagne
1458		Sunrise Radio	Grande-Bretagne
1548		Gold	Grande-Bretagne

► Schéma fonctionnel du récepteur





Récepteur en modulation d'amplitude : réponses

Rédacteur :

Binôme :

Date :

Activité 1 : mise en service

Le récepteur fonctionne correctement : oui non

Fréquence minimale : $f_1 = \dots\dots\dots$ longueur d'onde : $\lambda_1 = \dots\dots\dots$ longueur d'antenne : $L_1 = \dots\dots\dots$

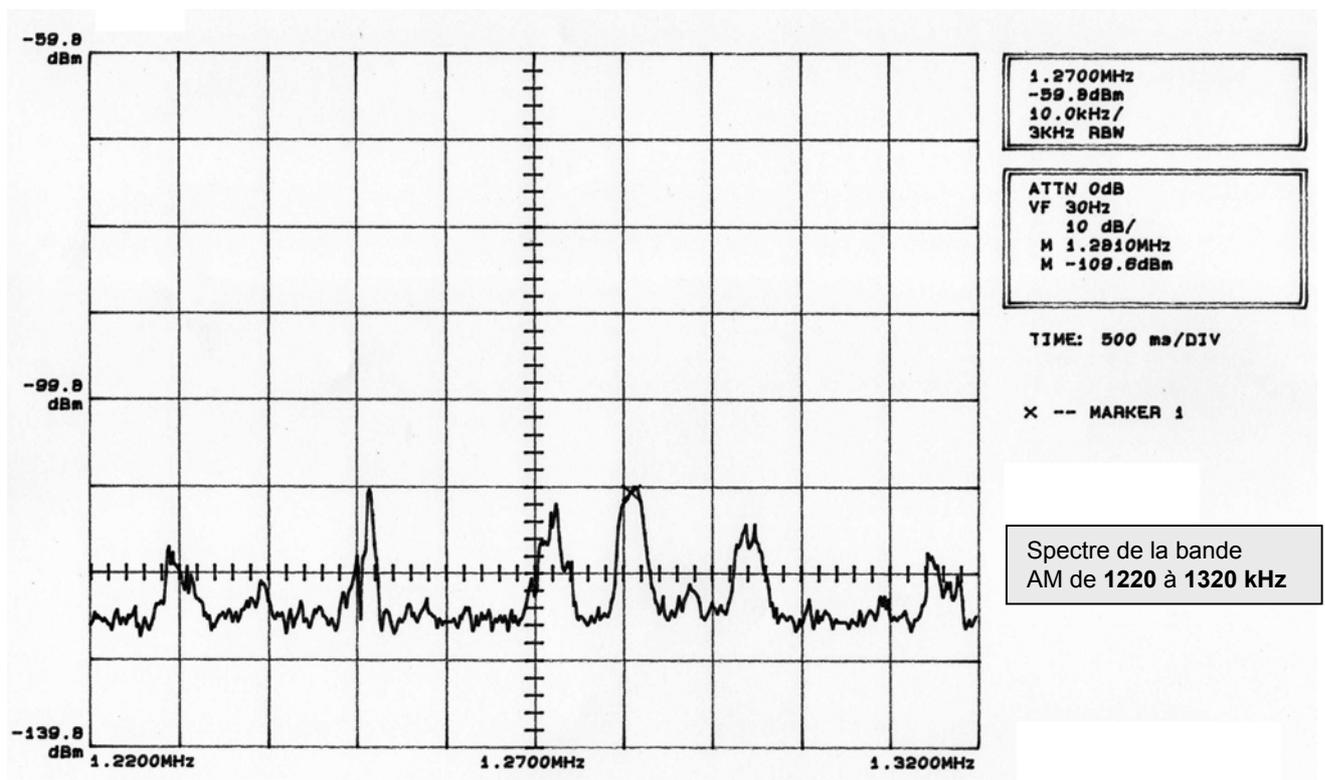
Fréquence maximale : $f_2 = \dots\dots\dots$ longueur d'onde : $\lambda_2 = \dots\dots\dots$ longueur d'antenne : $L_2 = \dots\dots\dots$

Commentaire :
.....

L'antenne qui sert à capter les petites ondes est

Ce composant est sensible : au champ électrique E au champ magnétique B

Activité 2 : encombrement spectral d'un émetteur



Emetteur choisi : fréquence $f = \dots\dots\dots$

encombrement spectral : $B_{-10\text{ dB}} = \dots\dots\dots$ $B_{-40\text{ dB}} = \dots\dots\dots$

cet émetteur tient dans le canal : oui non

Activité 3 : spectre audio du signal reçu

⇒ **Spectre du signal BF** : voir courbe n° :

Commentaire : le spectre audio transmis en AM va de à

.....

Activité 4 : vérification de la bande couverte par le récepteur

Fréquence minimale reçue : $f_1 =$

Fréquence maximale reçue : $f_2 =$

Activité 5 : mesure de la distorsion harmonique

⇒ **Distorsion harmonique à 1 kHz** : voir courbe n° :

Taux de distorsion harmonique : THD =

Taux de distorsion harmonique du CXA1191 : THD' =

Commentaires :

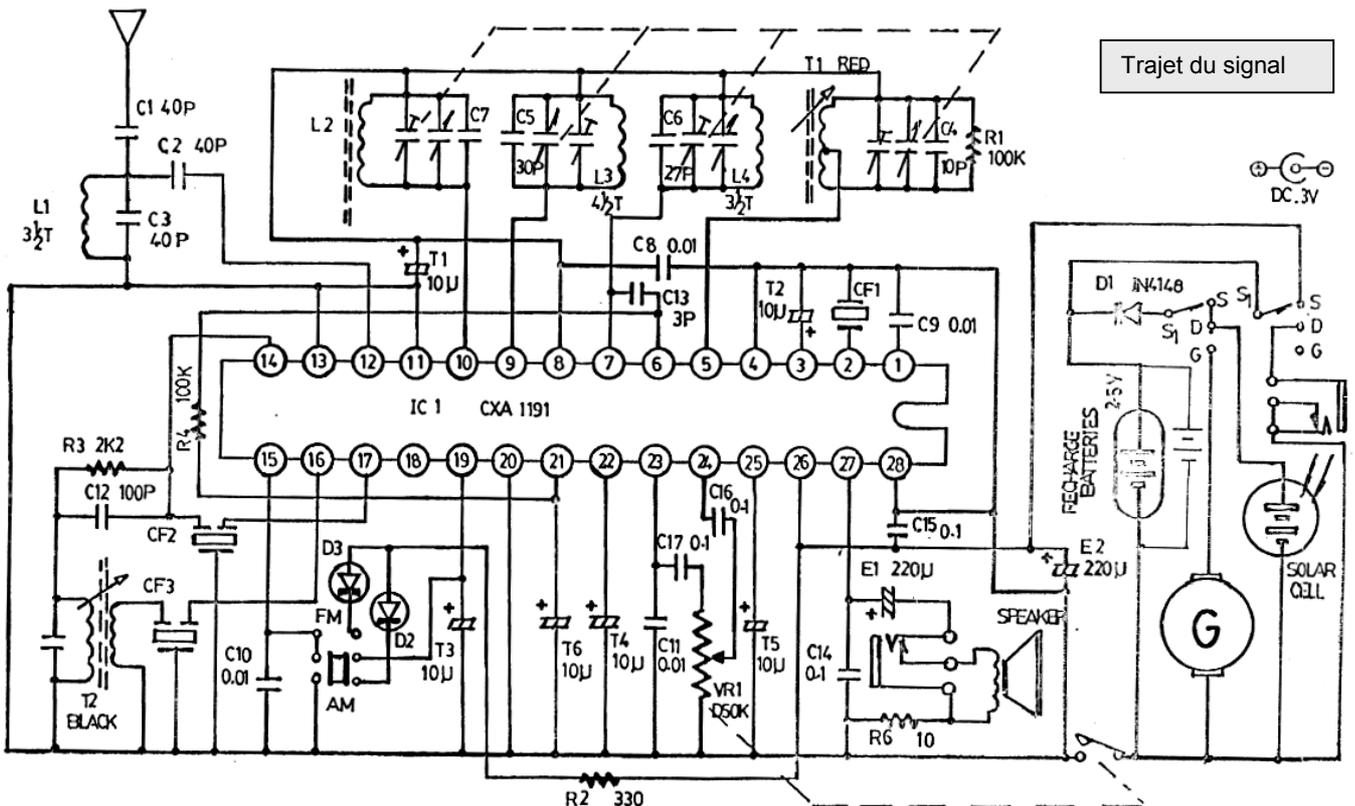
.....

Activité 6 : mesure du SINAD et du S/B

⇒ **SINAD à 1 kHz** : voir courbe n° : SINAD =

⇒ **Rapport S/B à 1 kHz** : voir courbe n° : S/B =

Activité 7 : repérage dans le récepteur



Repérage des composants et des broches : voir feuille du schéma fonctionnel

Commentaire :

.....

.....

Activité 8 : courbe de réponse en fréquence

⇒ Réponse en fréquence : voir courbe n° :

Fréquence de coupure basse : $f_{cb} = \dots\dots\dots$

Fréquence de coupure haute : $f_{ch} = \dots\dots\dots$

Commentaire :

.....

Activité 9 : filtre de fréquence intermédiaire

Le récepteur est accordé sur la fréquence : $f_1 = \dots\dots\dots$

L'analyseur de spectre montre l'existence d'une raie correspondant au signal de l'oscillateur local à : $f_0 = \dots\dots\dots$

Dans ce récepteur, l'oscillateur local est placé : au-dessus en-dessous de la fréquence à recevoir.

Le filtre de fréquence intermédiaire est forcément placé à : $f_i = \dots\dots\dots$

La fréquence image de l'émetteur f_1 est à la fréquence : $f_2 = \dots\dots\dots$

Rôle de l'oscillateur local :

.....

Activité 10 : comportement du récepteur en bruit blanc

⇒ Réponse en bruit blanc : voir courbe n° :

Bande passante du récepteur : de à

Commentaire :

.....

Activité 11 : réception d'un peigne de fréquence

⇒ Réponse à un peigne de fréquence : voir courbe n° :

Bande passante du récepteur : de à

Commentaire :

.....