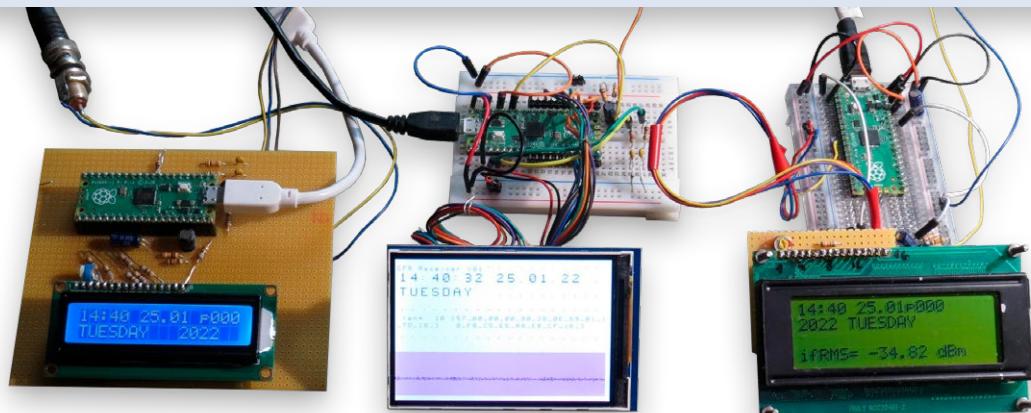


antenne magnétique à large bande pour les grandes ondes

tous les émetteurs sans aucun accord



Réception simultanée sur une seule antenne de signaux horaires à diverses fréquences avec trois récepteurs.

Martin Ossmann (Allemagne)

L'antenne magnétique utilise la composante magnétique (et non l'électrique comme le dipôle) du champ électromagnétique des ondes radio pour les capter. L'important ici, c'est la caractéristique large bande d'une telle antenne. Notre antenne magnétique associe donc sensibilité élevée et grand confort, puisqu'il n'y a pas besoin de la régler laborieusement sur la fréquence de réception.

Pour capter des émissions en GO (grandes ondes) ou en PO (petites ondes) avec une antenne ferrite ou une bobine cadre, vous élaborerez généralement un circuit résonnant L/C avec par ex. un condensateur variable et réalisez ainsi une antenne accordée comme le circuit illustré (**figure 1**).

L'avantage est une sensibilité élevée due à la forte résonance. Mais le revers de la médaille, est qu'il faut réaccorder le circuit résonant chaque fois que l'on change de station. Nous allons voir comment construire

une antenne magnétique qui n'a pas besoin d'être accordée car elle est à large bande. On obtient une antenne large bande en associant la bobine réceptrice à un amplificateur à transimpédance : voir **figure 2**. L'ampli à transimpédance (idéal) a une impédance d'entrée de 0Ω et court-circuite donc la bobine réceptrice L. Cela élimine aussi l'effet de la capacité parasite de la bobine. Le signal reçu est le courant dans la bobine virtuellement court-circuitée.

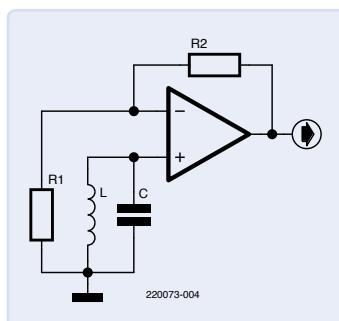


Figure 1. Circuit de récepteur avec circuit résonant L/C et ampli op.

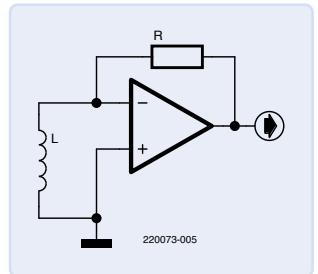


Figure 2. Un amplificateur à transimpédance court-circuite la bobine réceptrice L.

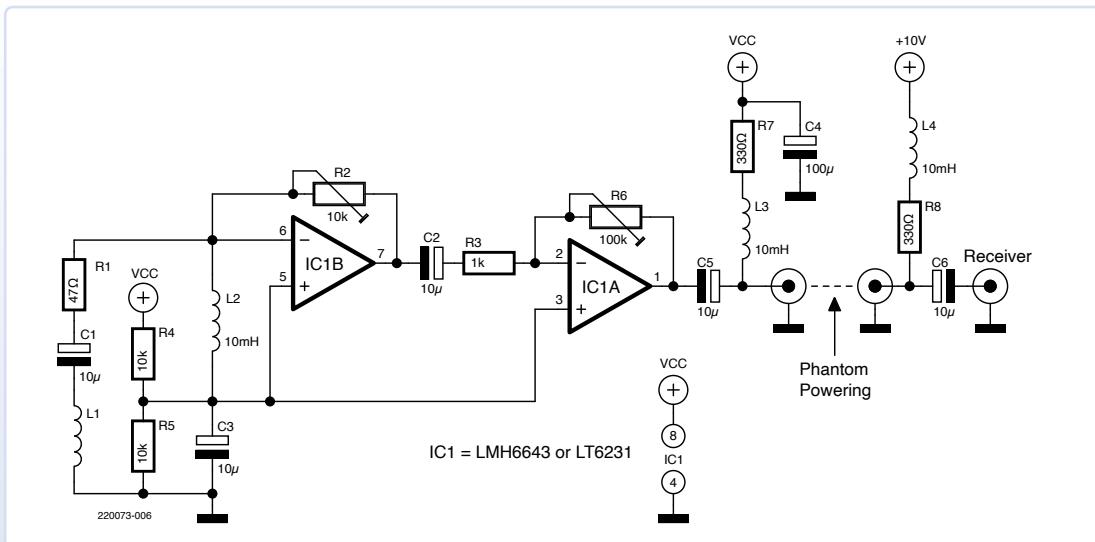


Figure 3. Schéma du circuit de l'antenne à large bande mise en œuvre.

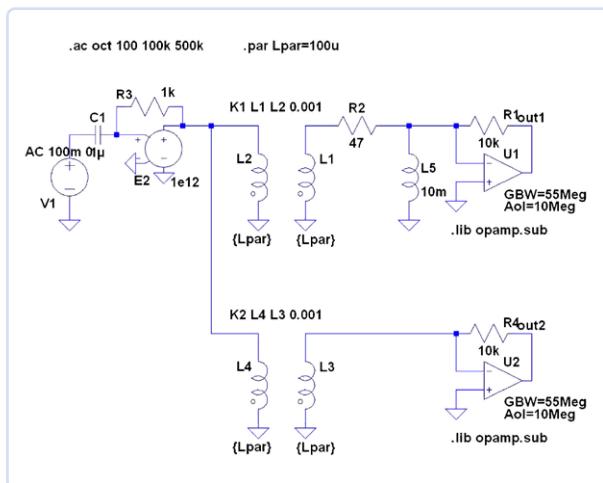


Figure 4. Circuit simulateur LTspice de l'amplificateur à transimpédance.

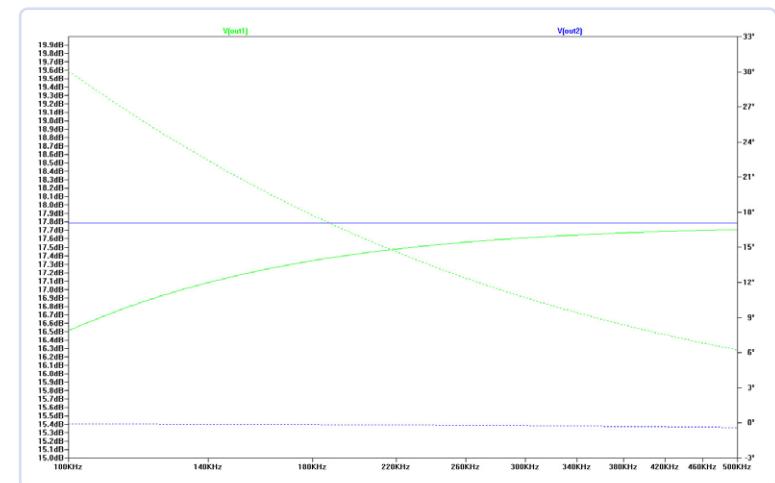


Figure 5. Réponse en fréquence des circuits simulés : En vert le circuit réel, en bleu le circuit idéal.

Circuit avec amplificateur à transimpédance

Observez le circuit final avec amplification à 2 étages et alimentation fantôme (figure 3). Avec un ampli à transimpédance à 1 étage simple (fig. 2), le circuit a tendance à osciller. Pour pallier ce phénomène, R1 et L2 ont été ajoutés pour réduire le gain de la boucle et donc sa tendance à osciller.

Nous avons simulé ce schéma dans LTspice pour étudier l'influence de R1 et L2 sur le fonctionnement du circuit. Observez le circuit de simulation (figure 4). La numérotation des composants est différente de la fig. 3 ! Le filtre passe-haut composé de C1 et R3 - ainsi que de E2 - simule la loi de l'induction, selon laquelle la tension induite par le champ magnétique reçu est proportionnel à sa fréquence. L'effet du champ magnétique sur la bobine réceptrice L1 est simulé par la bobine émettrice L2 faiblement couplée. Le script LTspice est téléchargeable depuis la page de cet article [1].

Examinez la courbe tension de sortie V(out1) / fréquence (figure 5). Pour comparer, la tension de sortie du circuit original V(out2) est aussi représentée. On note que L5 et R2 ne causent qu'une faible chute de la réponse en basse fréquence.

Cadre ou barreau de ferrite ?

Observez le circuit assemblé (figure 6). La bobine L1 est enroulée sur un barreau de ferrite ($\varnothing 10$ cm long, 200 mm, 20 tours de fil de cuivre émaillé de 0,3 mm de diamètre). Notez la réponse en fréquence de notre circuit, mesurée avec un analyseur de spectre HP3585A (figure 7).

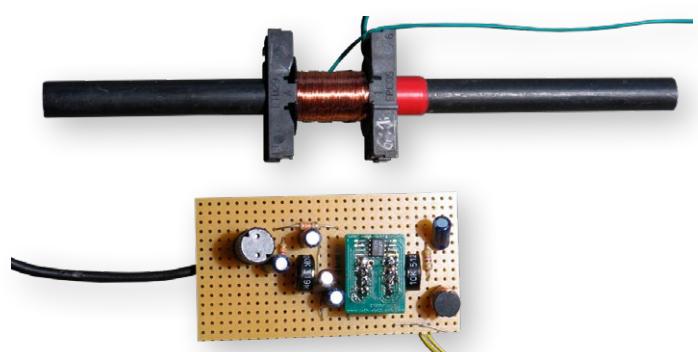


Figure 6. Barreau de ferrite avec bobine et amplificateur à transimpédance sur plaque d'essai.

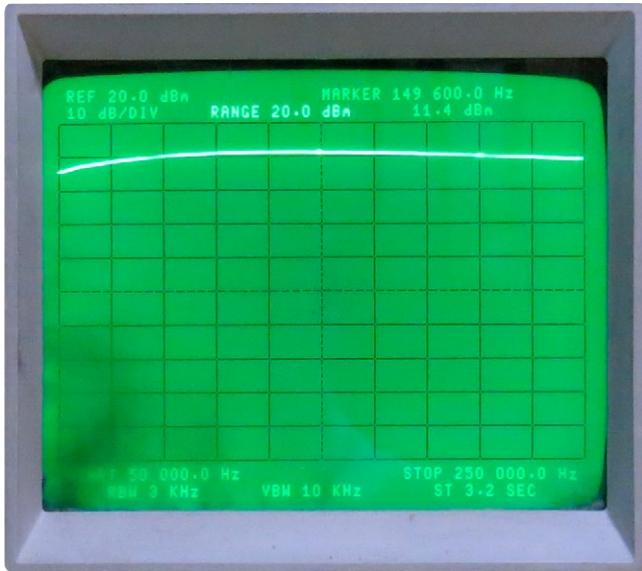


Figure 7. Réponse en fréquence (50 à 250 kHz) de l'antenne large bande avec barreau de ferrite.

Le générateur d'excitation dont la fréquence change en synchronisme avec le balayage du récepteur émet un signal sinusoïdal continu qui alimente une bobine de Helmholtz, au centre de laquelle est fixé le barreau de ferrite (**figure 8**). En GO, de 50 kHz à 250 kHz, la réponse en fréquence est relativement constante.

Au lieu de l'antenne en ferrite, on peut utiliser une antenne à cadre aérien pour la réception. Nous avons enroulé 20 tours de fil de cuivre émaillé de 0,3 mm sur une croix en bois, (**figure 9**), ce qui donne un carré de 30 cm de côté.

Nous avons procédé à des essais de réception dans la gamme GO de 60 kHz à 234 kHz avec les variantes antenne ferrite et bobine cadre. Le **tableau 1** donne la tension de sortie pour les stations reçues. Comme on le note, une série de stations de radio européennes de la gamme GO sont reçues parfaitement dans la ville privilégiée d'Aix-la-Chapelle, en Allemagne.

L'antenne magnétique à large bande peut recevoir plusieurs stations en même temps. C'est une caractéristique très intéressante. L'illustration de tête montre, respectivement, la station DCF77 à 77,5 kHz, DCF49 (service EFR) à 129,1 kHz, et TDF à 162 kHz, bien reçues simultanément sur une seule antenne. Les trois émetteurs envoient les données horaires que nous voyons sur les écrans LCD. Trois récepteurs SDR simples basés sur Raspberry Pi Pico sont mis en œuvre [2].

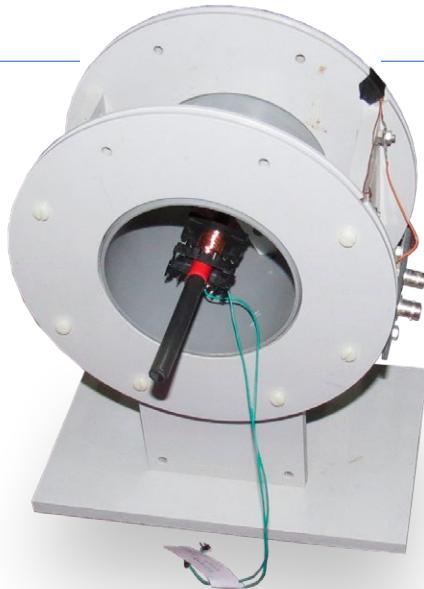


Figure 8. Dispositif de mesure de la réponse en fréquence à bobine de Helmholtz d'émission.

Ceci conclut la présentation de notre antenne magnétique à large bande. Avec les composants idoines, ce concept peut certainement être transposé en PO et en OC. Patience à ce sujet, un article est en gestation. ↗

VF : Yves Georges — 220073-04



Figure 9. Bobine de 30x30 cm à 20 tours de fil de cuivre émaillé.

Tableau 1. Données de réception de divers émetteurs de signaux horaires.

Émetteur	Fréquence (kHz)	Tension antenne ferrite (dBm)	Tension bobine cadre (dBm)	Puissance de l'émetteur (kW)	Distance depuis Aix-la-Chapelle (km)
MSF	60	-52	-49	17	500
DCF77	77,5	-35	-25	50	220
DCF49	129,1	-35	-43	100	220
DWD	147,3	-44	-39	20	410
TDF	162	-30	-25	2.000	490
BBC	198	-35	-26	500	580
RTL	234	-30	-22	750/375	120



Questions ou commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (ossmann@fh-aachen.de), ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

À propos de l'auteur

Martin Ossmann commença à lire Elektor à douze ans - et à bricoler, bien sûr. Il fit des études d'électrotechnique et occupa quelques années un poste d'ingénieur de développement, puis embrassa une carrière de professeur au département d'électrotechnique et d'infotechnologie de l'université des sciences appliquées d'Aix-la-Chapelle. Il est l'auteur de d'articles scientifiques, mais publie aussi régulièrement des circuits et des projets logiciels avec une grande expertise technique dans Elektor depuis plus de trente ans. published circuits and software projects with a great deal of technical expertise in Elektor for more than three decades.



Produits

- **Raspberry Pi Pico RP2040 WH**
www.elektor.fr/20225
- **Raspberry Pi 5 RTL-SDR V4 (Bundle)**
Dogan and Ahmet Ibrahim, Raspberry Pi 5 for Radio Amateurs (Elektor 2020)
www.elektor.fr/20878

LIENS

- [1] Script LTspice sur la page de cet article :
www.elektormagazine.fr/220073-04
- [2] M. Ossmann, "Radio logicielle MSF utilisant un Raspberry Pi Pico", [elektormagazine.fr, 07/2022](http://elektormagazine.fr/magazine/elektor-267/60603) :
www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-267/60603



Passez au réseaux sans fil

Les derniers microcontrôleurs pour les réseaux sans fil de NXP permettent un développement rapide vers les technologies Bluetooth, Matter, Wi-Fi, Thread et Zigbee avec les cartes faible cout FRDM boards et outils logiciels MCUXpresso developer experience

Visitez www.nxp.com/mcxw et www.nxp.com/rw612 pour en savoir plus

