

Réalisation de l'expérience de Barkhausen

par F. BROUCHIER et M. CARON
Lycée Dumont d'Urville, 83000 Toulon

RAPPEL THÉORIQUE

Les corps ferromagnétiques sont divisés en domaines de Weiss dans lesquels l'orientation des doublets magnétiques élémentaires dus au spin de l'électron est la même. D'un domaine à un domaine voisin l'orientation change, le tout donnant lieu à l'aimantation macroscopique. Lorsqu'on fait varier le champ magnétique extérieur les domaines dont l'orientation est dans le sens du champ ont tendance à grossir au détriment des autres suivant un processus irréversible. Un certain nombre de spins se retrouve brusquement créant une variation du champ magnétique total. Si on met une bobine autour du matériau il y aura donc une variation de flux magnétique qui créera une fém d'induction. Chaque retournement de spin créera une implusion de tension. En amplifiant ces impulsions par un amplificateur de grand gain suivi d'un amplificateur de puissance alimentant un haut-parleur on peut «entendre» les spins se retourner.

LA BOBINE ET L'AMPLIFICATEUR DE GRAND GAIN

Pour des raisons pratiques il faut utiliser une bobine comprenant un grand nombre de tours de fil fin entourant un noyau magnétique. On trouve dans le commerce électronique de détail des capteurs téléphoniques permettant d'amplifier ou d'enregistrer les conversations pour une vingtaine de Francs. Ces bobines conviennent parfaitement pour l'application envisagée ici et on n'aura pas à la bobiner soi-même, ce que nous avons fait il y a une quinzaine d'années lors de la première mouture du montage.

Pour mettre en évidence l'effet BARKHAUSEN il faut un amplificateur très sensible. Mais les bobines recueillent toutes sortes de variations de flux, entre autre le 50 Hertz toujours présent dans nos laboratoires. Pour ne pas saturer l'amplificateur avec ces tensions parasites, il faut les filtrer énergiquement et réaliser un filtre passe-haut efficace. Nous avons choisi une fréquence de coupure de l'ordre de

200 Hertz et une pente de coupure à 24 dB/Octave correspondant à quatre étages en cascade de 6 dB/Octave. les liaisons par condensateur éliminent en plus tout problème de décalage, ce qui est bénéfique au montage.

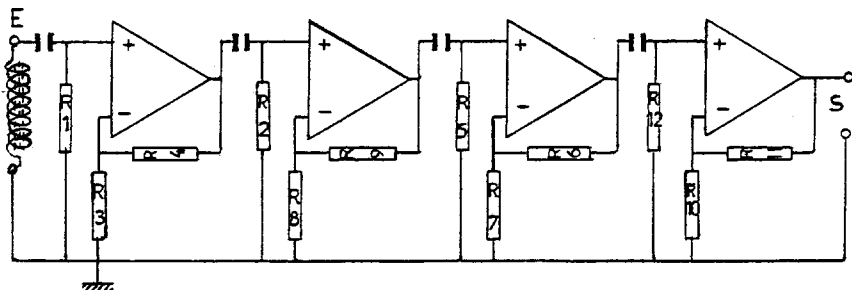


Figure 1

L'alimentation est confiée à une pile de 9 Volts avec un faux zéro par point milieu pour les amplificateurs opérationnels qui sont ici des amplificateurs doubles TL072 à faible bruit. Cette méthode a l'avantage d'éliminer au maximum les parasites véhiculés par le secteur.

Le schéma du circuit imprimé (recto et verso) est donné en annexe et pourra être réalisé par la méthode de son choix. Pour un circuit aussi simple le stylo marqueur spécial convient très bien, mais on peut utiliser aussi une méthode photographique si on est équipé pour cela. Certains revendeurs de composants électroniques se chargent même de ce travail pour un prix raisonnable et fournissent une facture ce qui est une bénédiction pour Monsieur l'Intendant.

L'ensemble du montage sera placé à l'intérieur d'un boîtier métallique de taille convenable disponible chez tous les revendeurs. On n'oubliera pas l'interrupteur (non figuré sur le schéma) pour couper l'alimentation. Le boîtier sera relié à la masse du montage ce qui éliminera quelques parasites. L'amplificateur de puissance avec une entrée de l'ordre du Volt devra comporter un potentiomètre de réglage, si ce n'est pas le cas il faut en prévoir un en sortie de l'amplificateur de tension (un modèle logarithmique de 10 kilohms convient parfaitement).

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

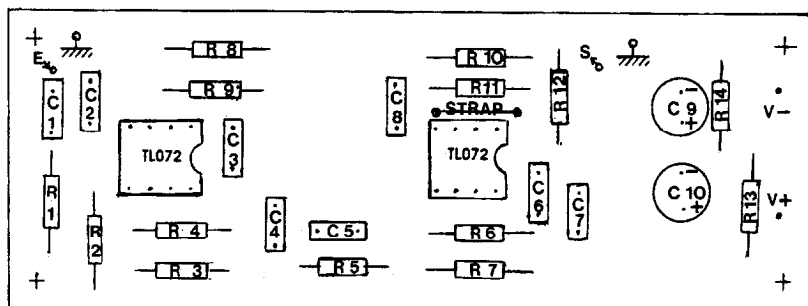
Circuits intégrés	TL072
R_1, R_2, R_5, R_{12}	= 8,2 kilohms
R_3, R_7, R_8, R_{10}	10 kilohms
R_9	47 kilohms
R_6	220 kilohms
R_{11}	120 kilohms
R_{13}, R_{14}	2,2 kilohms
C_1 à C_8	0,1 microfarad, 63 Volts environ
C_9, C_{10}	47 microfarads, 16 Volts modèle radial
Bobine	capteur téléphonique, modèle indifférent
Pour mémoire	pile 9 Volts, coupleur de pile, interrupteur, fils etc...

RÉALISATION DE L'EXPÉRIENCE

On branche la bobine à l'entrée de l'amplificateur de grand gain, lui même branché à l'entrée de l'amplificateur de puissance muni de son haut-parleur. En approchant un aimant permanent on doit entendre le bruit caractéristique «bruit de grenaille» des spins qui se retournent lorsque le champ magnétique varie. On entend le même bruit en éloignant l'aimant. On prendra garde en s'approchant de nouveau de changer le sens de l'aimant pour obtenir un bruit important, sans quoi l'aimantation ne varie plus assez. Il pourra être utile de régler le potentiomètre pour obtenir la meilleure écoute possible.

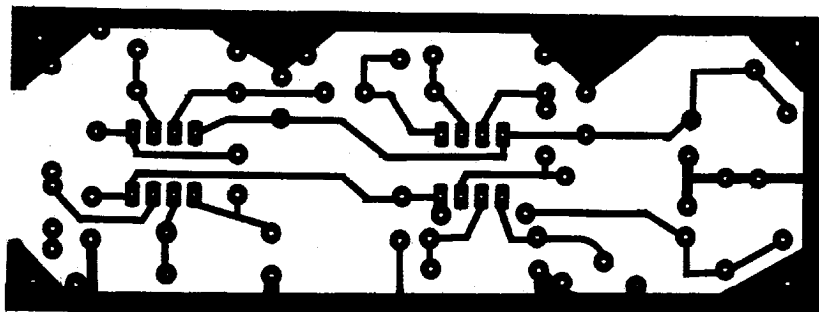
En conclusion cette expérience permet de mettre en évidence un effet microscopique avec des moyens simples et peu coûteux en utilisant la technologie des amplificateurs opérationnels.

ANNEXE



CIRCUIT COTE COMPOSANTS

Figure 2



CIRCUIT COTE CUIVRE

Figure 3