

Zeitschrift:	Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber:	Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band:	10 (1957)
Heft:	6: Colloque Ampère
 Artikel:	Spectromètre à résonance magnétique nucléaire utilisant des transistors
Autor:	Denis, P. / Csaki, A. / Delcó, M.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-738783

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Spectromètre à résonance magnétique nucléaire utilisant des transistors

par P. DENIS, A. CSAKI, M. DELCÓ, J. SPRENGER, H. FERNÁNDEZ-MORÁN,
W. RAWYLER

Departamento Resonancia Nuclear.

Instituto Venezolano de Neurologia e Investigaciones Cerebrales (IVNIC)
Caracas — Venezuela.

Les éléments actifs entrant dans la construction d'un spectromètre à résonance nucléaire doivent présenter peu de bruit de fond et pouvoir être employés en haute fréquence. Le développement actuel des transistors à barrière de surface permet de tenter leur emploi dans un tel appareil. Il est d'un volume réduit, requiert une très basse tension d'alimentation et présente une excellente stabilité.

Outre l'électro-aimant et la tête de mesure, il se compose, comme tout spectromètre classique du type à induction, des éléments suivants:

Groupe émission:

1. Un oscillateur HF très stable en fréquence;
2. Un amplificateur HF.

Groupe réception:

3. Un amplificateur HF avec détection HF;
4. Un amplificateur BF avec détection BF (détecteur de phase) et enregistrement.

Groupe balayage:

5. Un oscillateur BF stable en amplitude;
6. Un amplificateur BF.

Le schéma suivant permet de repérer facilement les éléments énumérés ci-dessus.

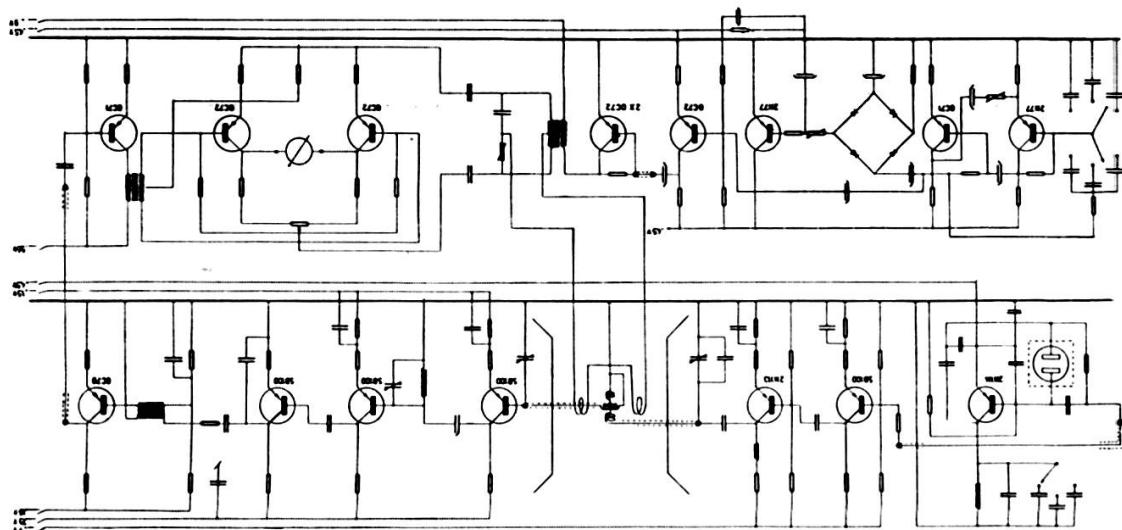


Fig. 1.

Considérons successivement les différents éléments du spectroscope:

1. L'OSCILLATEUR HF.

Le problème de la stabilité de fréquence est résolu au moyen de différents quartz thermostatisés (L.P.E.) interchangeables. La tension d'oscillation du quartz, obtenue au moyen d'un diviseur de tension capacitif, est très basse, ce qui lui confère une bonne stabilité au cours du temps. Un circuit résonnant placé dans le collecteur sert d'impédance de charge; les différentes capacités reliées au sélecteur résonnent avec la self aux fréquences 1, 2 et 3 Mc/s.

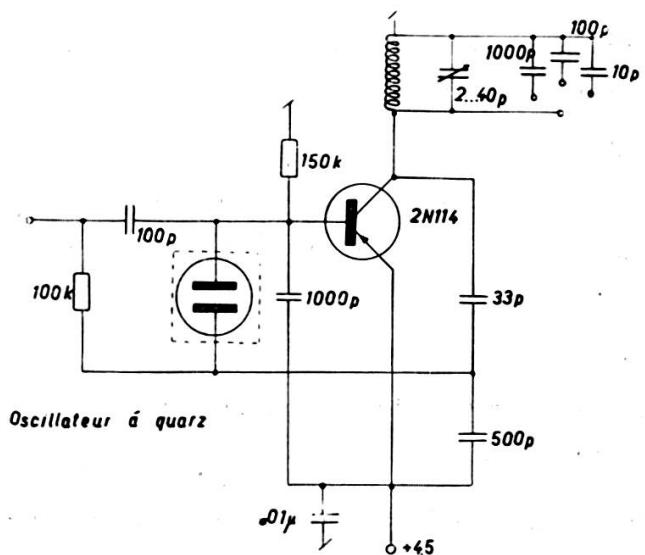


Fig. 2.

2. L'AMPLIFICATEUR HF.

Se compose de deux étages; le premier a une impédance d'entrée relativement élevée pour ne pas perturber le quartz, le second livre la puissance nécessaire à la self d'émission.

Différents groupes de capacités d'accord, dont un seul est représenté sur le dessin, permettent de limiter la bande passante; on peut se servir de la capacité d'accord pour varier le niveau de la HF.

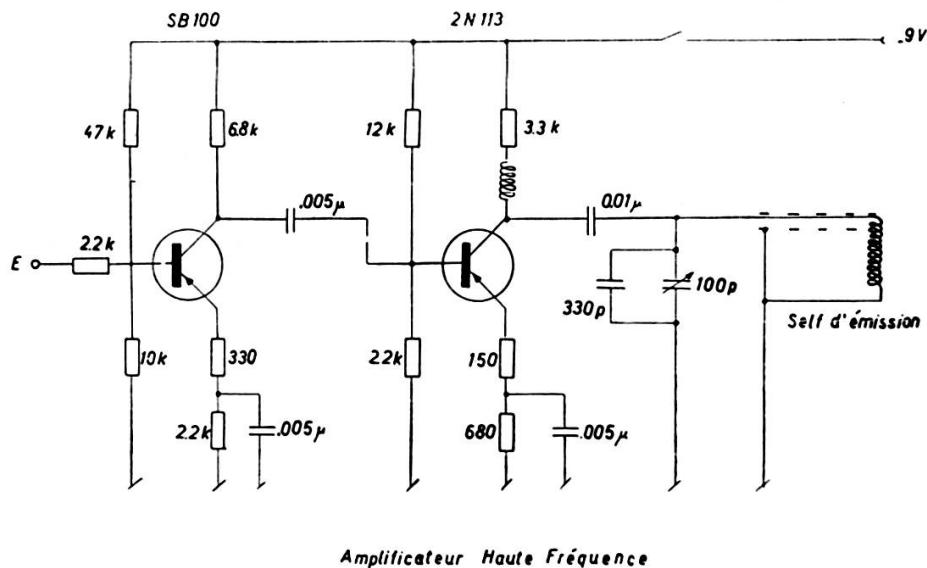


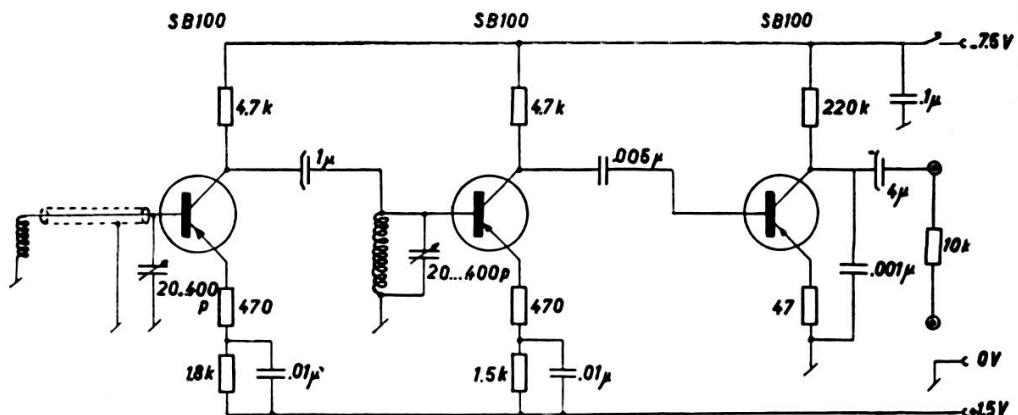
Fig. 3.

3. RÉCEPTEUR HF.

Ce récepteur est équipé de deux étages HF accordés fonctionnant avec des transistors à barrière de surface; ceux-ci présentent peu de bruit et fonctionnent avec un gain appréciable à plusieurs mégacycles/sec. Un troisième transistor du même type assure la détection HF. La fuite de détection peut être importante; une variation de calage des bobines réceptrice et émettrice n'influe donc pas sur l'amplitude du signal reçu, ce qui est important dans les mesures quantitatives. L'impédance de sortie d'une telle détection est de plusieurs centaines de milliers d'ohms, il faut donc un étage d'adaptation entre la détection et l'amplification BF.

L'étage d'adaptation est réalisé au moyen d'un transformateur abaisseur et d'un étage de rattrapage de gain, l'ensemble conserve une amplification voisine de l'unité.

Cet étage n'a pas été réalisé au moyen d'un transistor monté en collecteur commun pour éviter une polarisation supplémentaire et le bruit de fond relativement élevé dont s'accompagne presque toujours un tel montage.



Récepteur avec détecteur

Fig. 4.

PREAMPLIFICATEUR BF

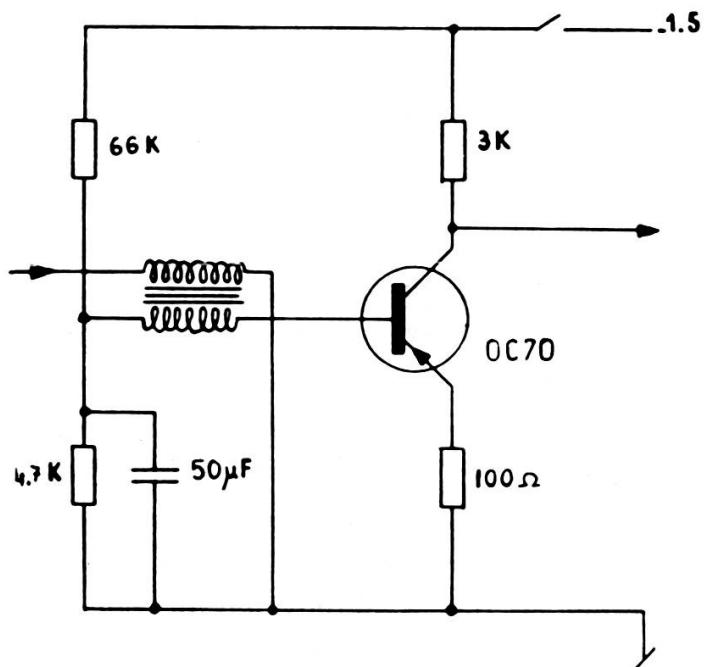


Fig. 5.

4. AMPLIFICATEUR BF ET DISCRIMINATEUR DE PHASE.

La sortie du discriminateur doit se faire à un potentiel indépendant de la masse, celui-ci pouvant être ammené à faire partie d'un groupe de stabilisation de champ dont les batteries de référence ne se trouvent pas

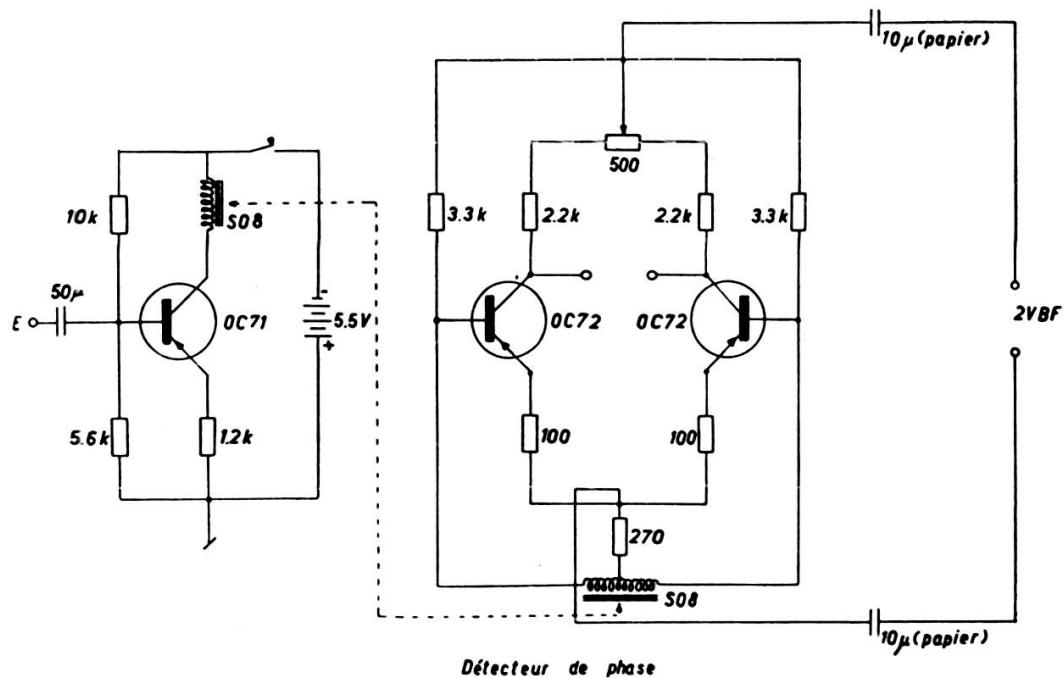


Fig. 6.

AMPLIFICATEUR SELECTIF B.F.

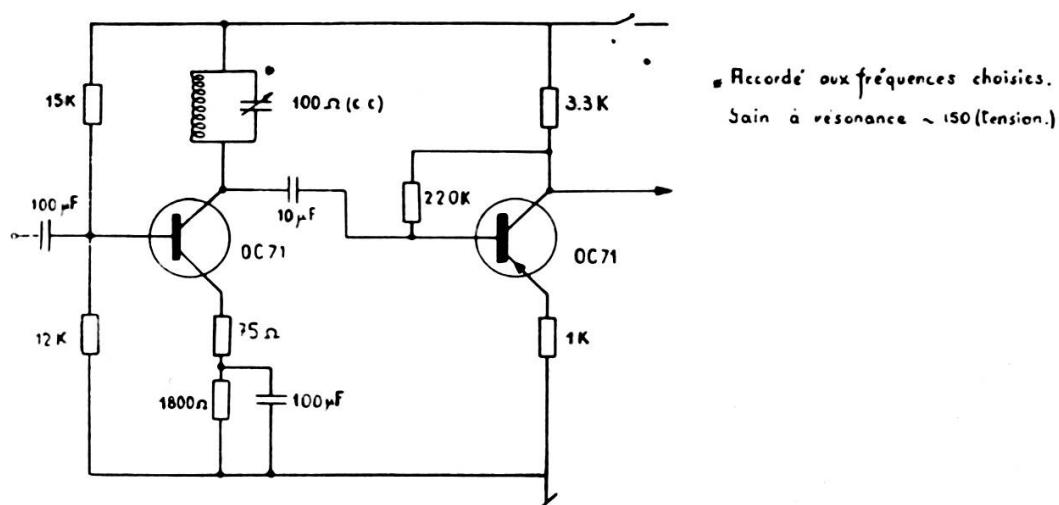


Fig. 7.

nécessairement à la terre. Il est donc attaqué par un étage d'amplification BF au moyen d'un transformateur d'isolement à sortie symétrique. La stabilité du détecteur est suffisante pour ne pas présenter de dérive appréciable quand il est couplé à un galvanomètre d'une sensibilité de 3.10^{-7} a. Un suiveur de spot SEFRAM assure l'enregistrement.

Pour la recherche et l'étude des signaux de faible amplitude, un amplificateur sélectif est ajouté entre l'étage d'adaptation et l'amplificateur BF. Les fréquences sélectionnées sont les mêmes que celles fournies par le générateur BF de balayage. Le rapport signal/bruit présente alors un gain de l'ordre de 10.

5. OSCILLATEUR BF.

Ce générateur est du type pont de Wien. Une contre-réaction assure la forme d'onde, de plus il est stabilisé en amplitude de la manière suivante: le gain du groupe amplificateur de l'oscillateur est choisi assez faible, de même que la contre-réaction de façon que l'ensemble demeure sensible à la tension d'alimentation.

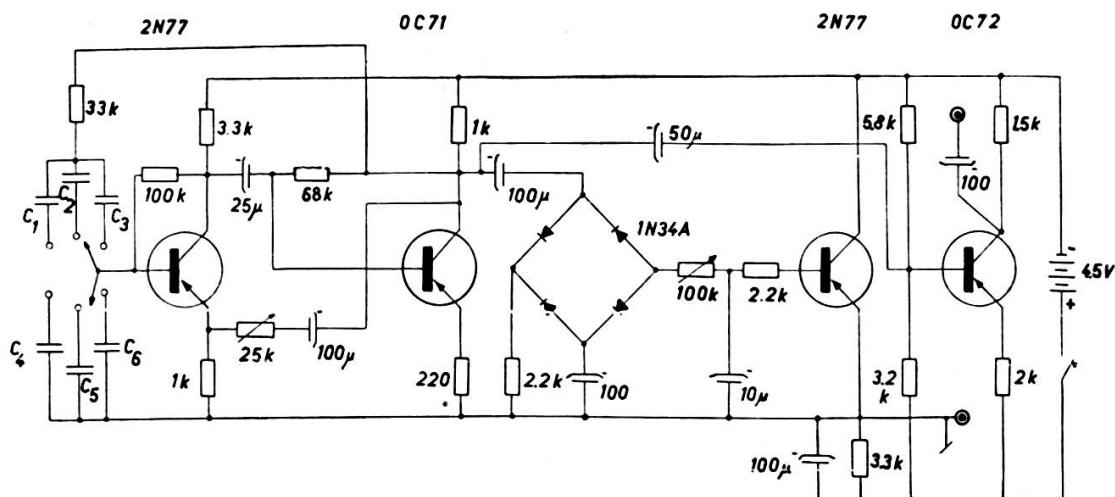
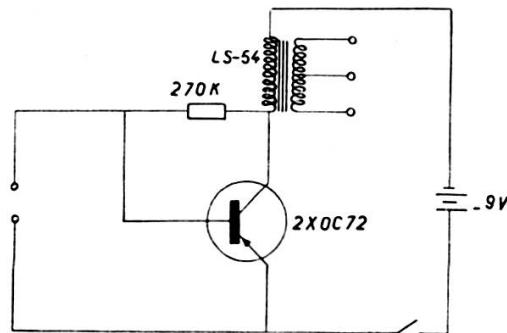


Fig. 8.

L'onde à la sortie du groupe d'oscillation est redressée, puis envoyée dans un troisième transistor dont la variation de consommation produit une fluctuation de tension aux bornes de la résistance série d'alimentation de 3,3 k. Deux résistances variables permettent d'assurer le dosage. Un quatrième transistor assure l'attaque de l'étage BF de sortie.

6. AMPLIFICATEUR BF.

Cet amplificateur fait suite à l'oscillateur BF; il fournit le balayage du champ principal et l'onde de référence au discriminateur de phase.



Étage BF de sortie

Fig. 9.

Les diverses courbes qui suivent donnent un exemple de ce qu'on peut obtenir au moyen d'un tel spectromètre.

Les signaux étant de grande amplitude, l'amplificateur sélectif BF n'a été utilisé dans aucun de ces exemples.

1. Exemples d'analyses qualitatives.

Proton dans solution 1/200 N de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$.

Proton dans le caoutchouc.

Sodium dans NaBr.

Lithium dans LiCl, $\Omega T_2 \gg 1$.

Fluor dans HF en solution 38%.

2. Exemples d'analyses quantitatives.

La première figure donne la variation de l'amplitude et le changement de largeur de raie d'un signal de fluor au cours du temps. Quelques traces d'une solution de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ont été ajoutées à une solution de HF à 38% au temps 0. Le second et le troisième signal furent enregistrés après 15 et 30 minutes.

Etude du contenu en eau d'un cerveau de rat par comparaison avec des quantités étalonnées d'eau et de temps de relaxation identiques à celui de l'échantillon étudié.

L'ordre de précision est de 1%.

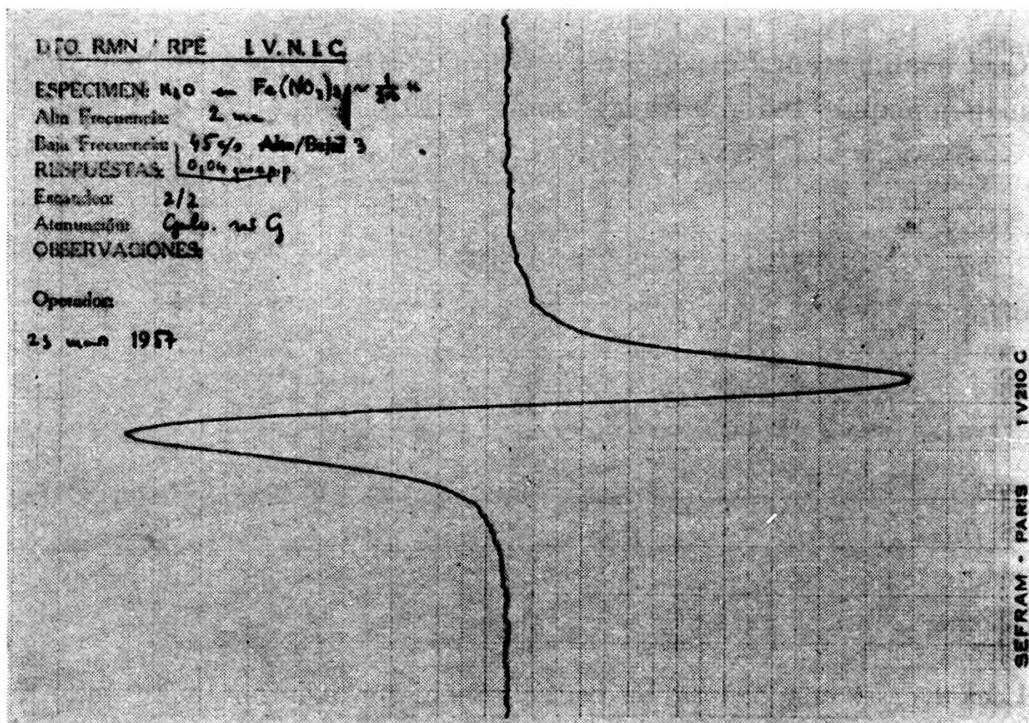


Fig. 10.

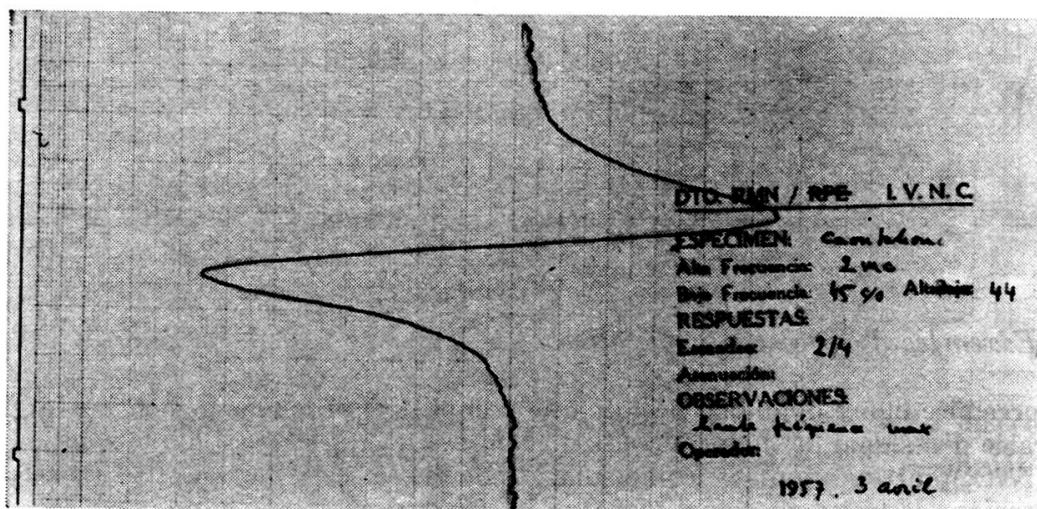


Fig. 11.

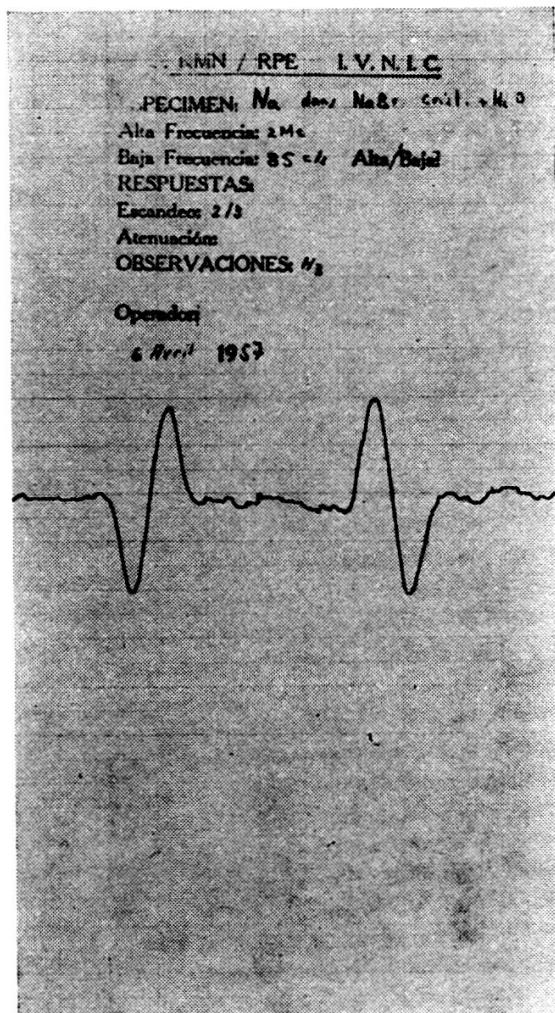


Fig. 12.

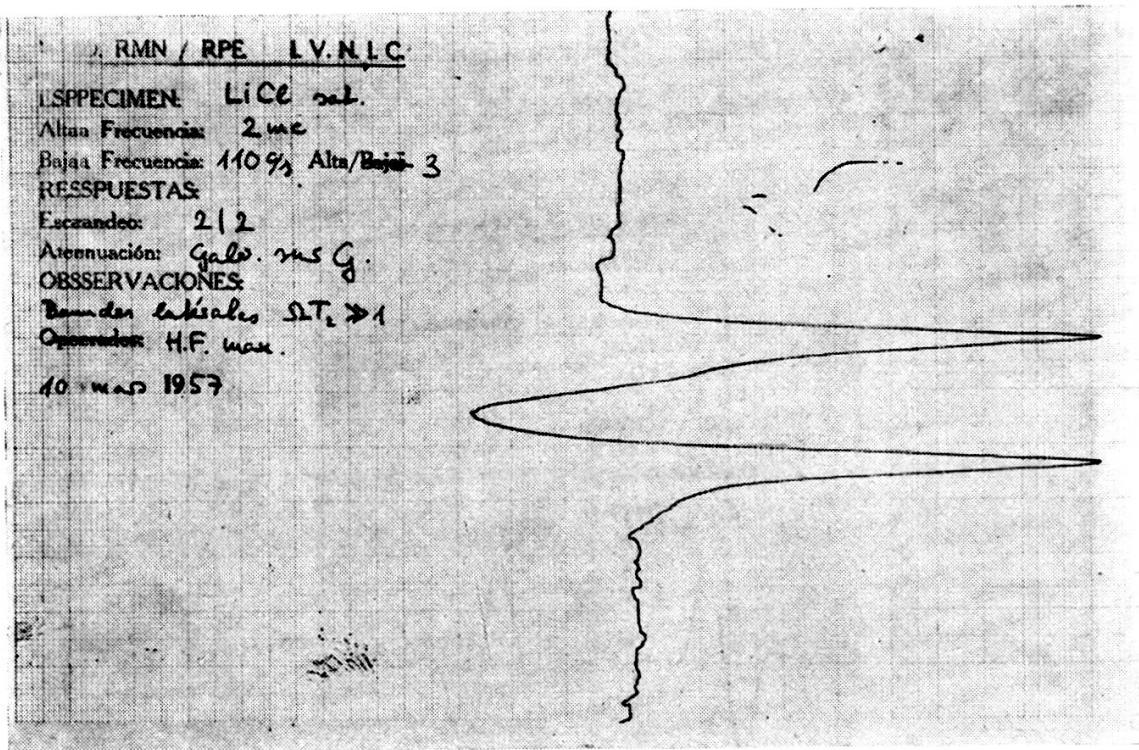


Fig. 13

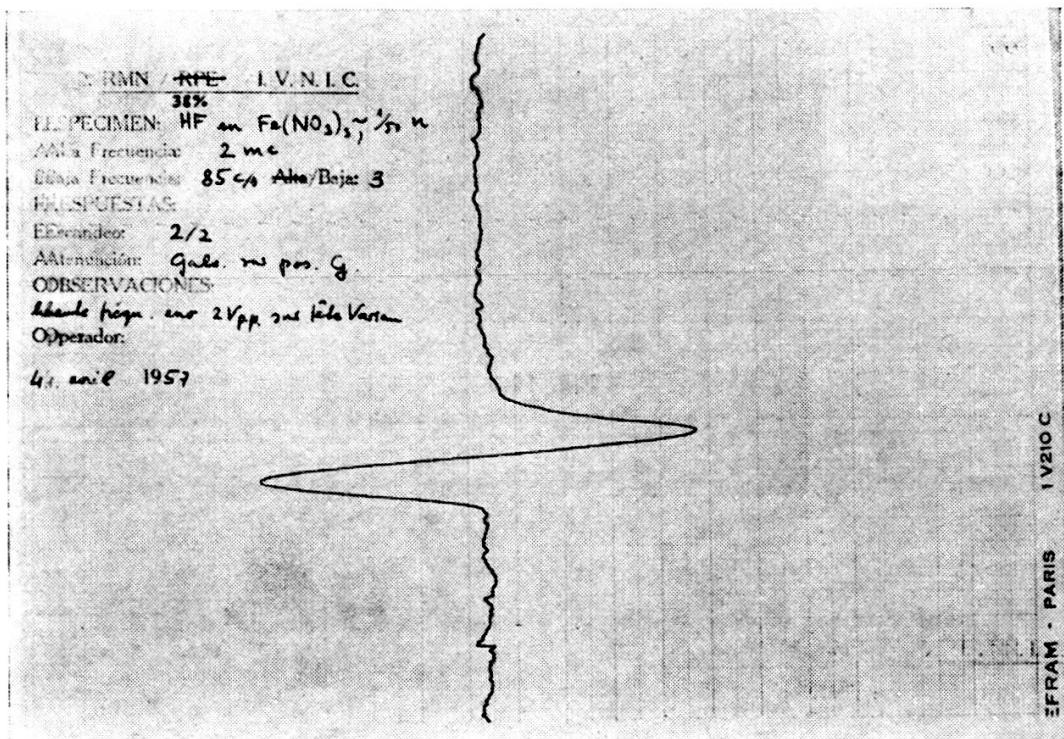


Fig. 14.

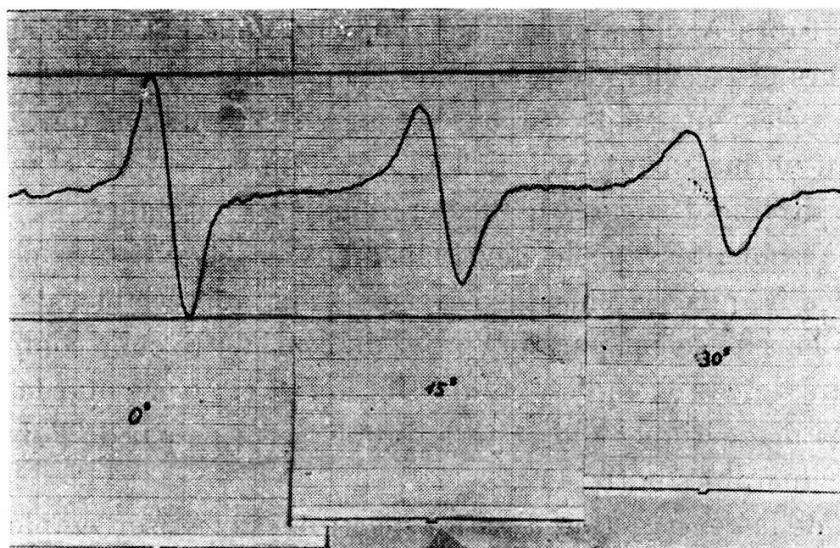


Fig. 15.

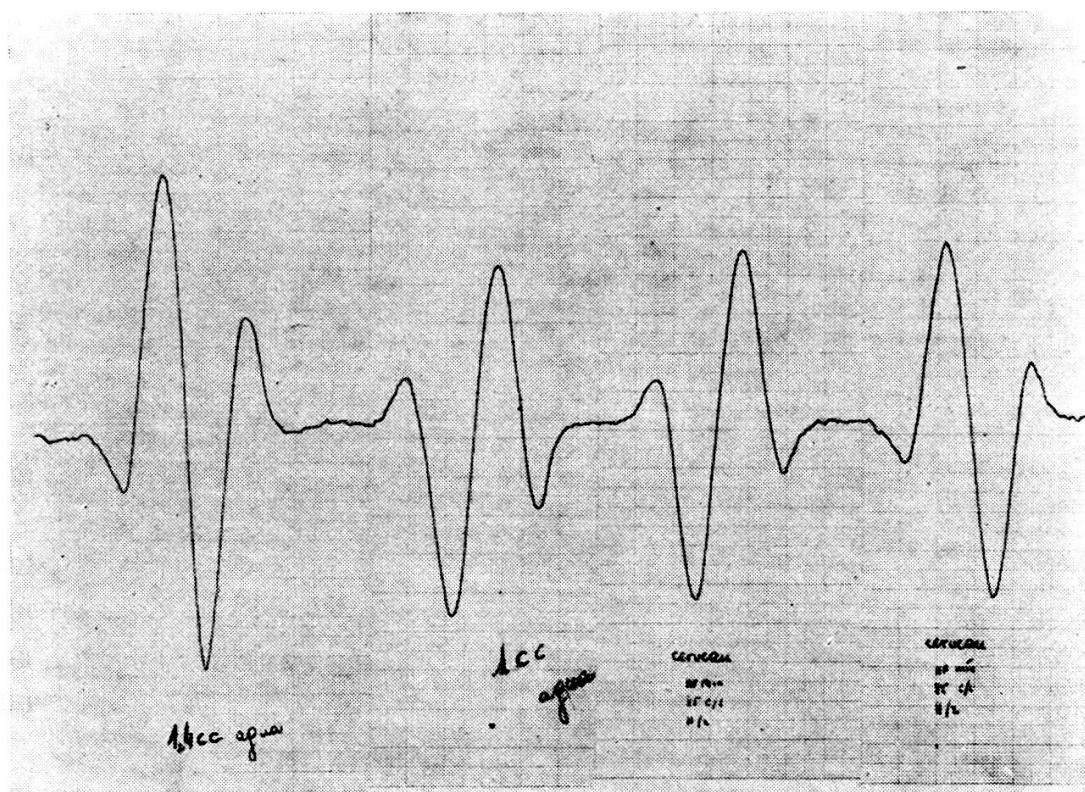


Fig. 16.

Un tel spectromètre n'est pas l'ultime de ce que l'on peut obtenir au moyen de tubes à vide, mais s'en approche déjà passablement et peut rendre de grands services tout en étant d'une réalisation peu dispendieuse.

Tous ses éléments sont compensés contre les variations de température qui peuvent normalement avoir lieu au sein d'un laboratoire et une fluctuation d'une dizaine de degrés n'affectera en rien sa stabilité.

Il est à souhaiter que le développement des transistors permette de passer à des fréquences plus élevées sans bruit appréciable, de façon que les échantillons ne soient plus de l'ordre du centimètre cube comme ils l'ont été au cours de ces exemples, ce qui simplifiera de beaucoup la formation des champs magnétiques qui reste le problème principal de l'obtention de signaux comparables entre eux.

Le but de la construction d'un tel spectromètre est son emploi quantitatif en biologie pour la détermination du contenu en eau des différents tissus nerveux, ce pourquoi la stabilité est un facteur primordial dans son emploi. Son utilisation dans ce domaine sera l'objet prochainement d'une autre publication.
