Spectromètre à résonance magnétique nucléaire utilisant des transistors

Autor(en): **Denis, P. / Csaki, A. / Delcó, M.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **10 (1957)**

Heft 6: **Colloque Ampère**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-738783

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://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.

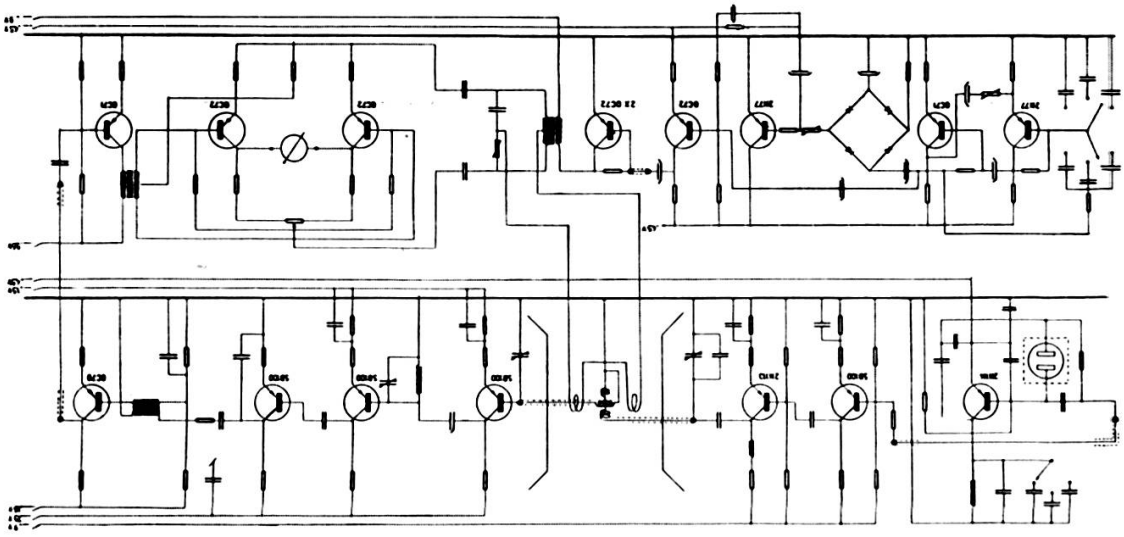


Fig. 1.

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.

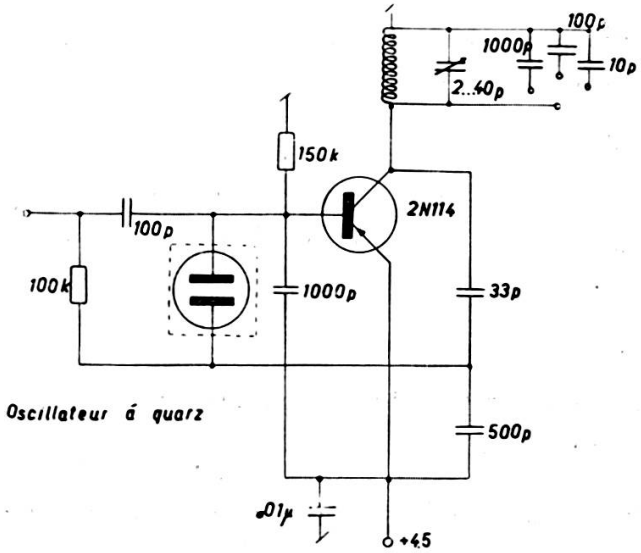
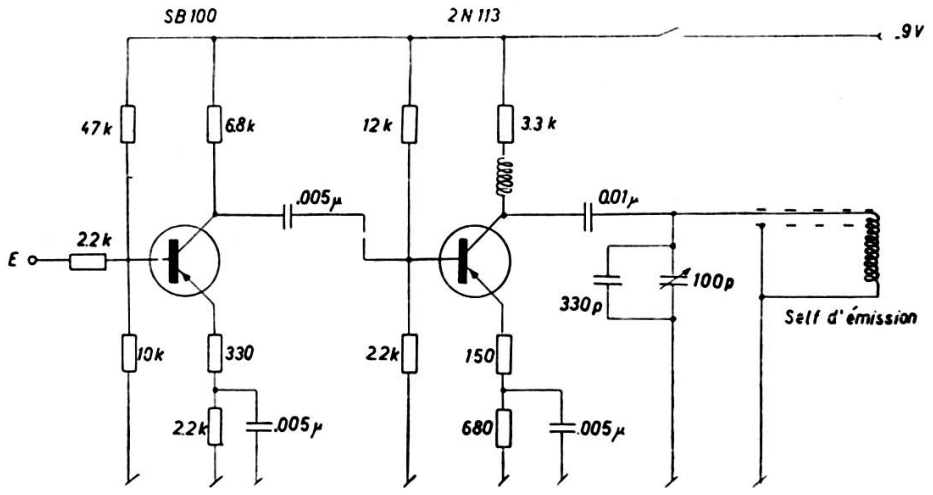


Fig. 2.

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.



Amplificateur Haute Fréquence

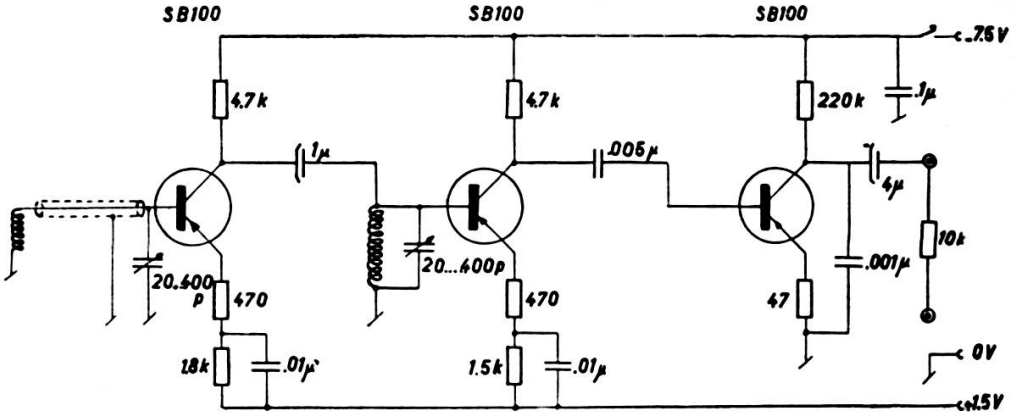
Fig. 3.

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

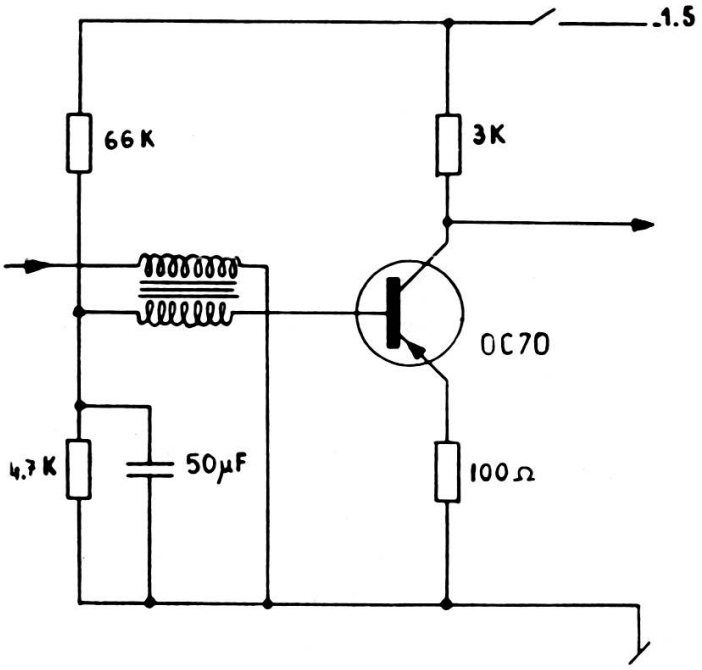


Fig. 5.

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

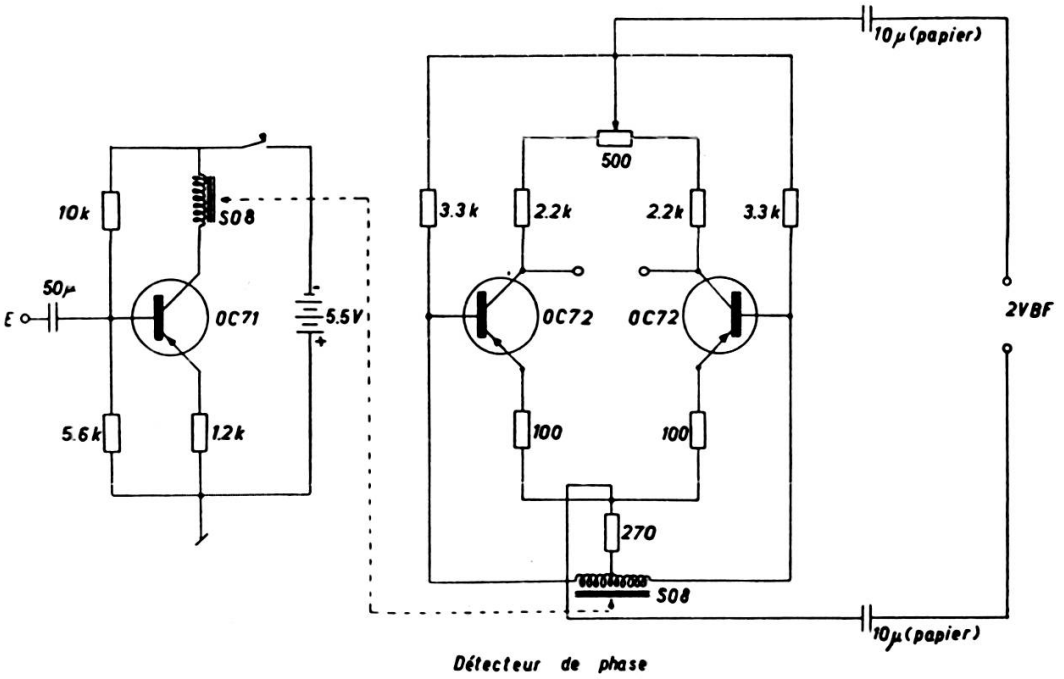


Fig. 6.

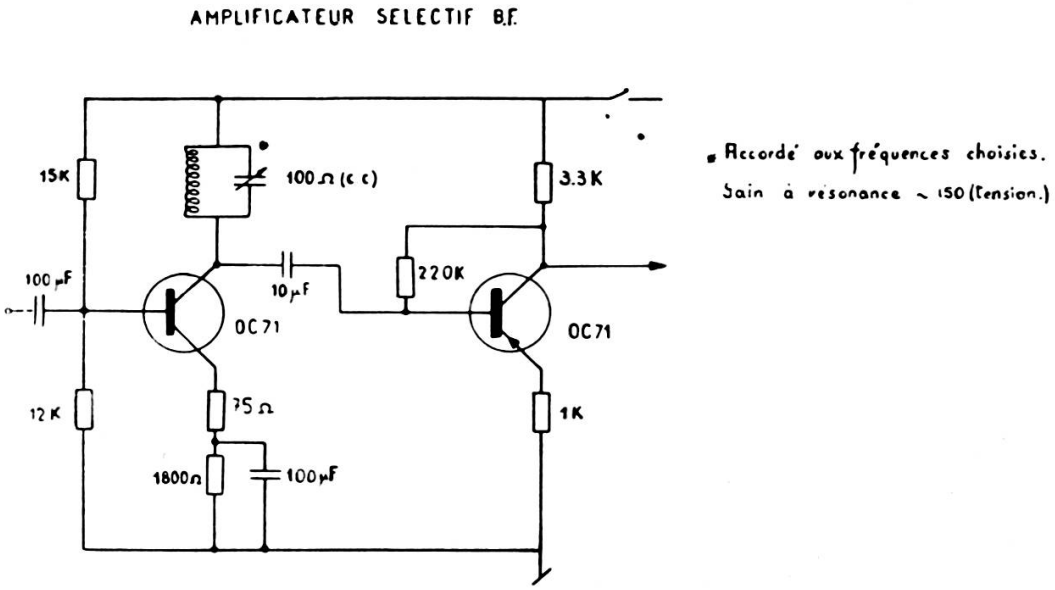


Fig. 7.

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 sélectées 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.

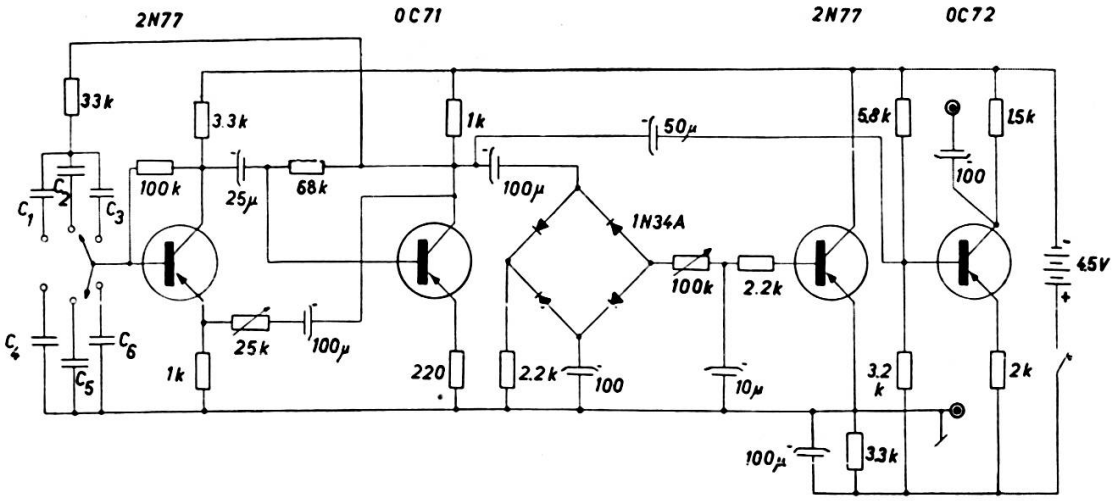
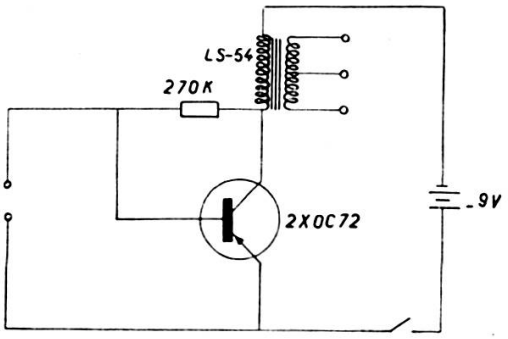


Fig. 8.

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 Fe $(NO_3)_3$.

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 Fe $(NO_3)_3$ 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%.

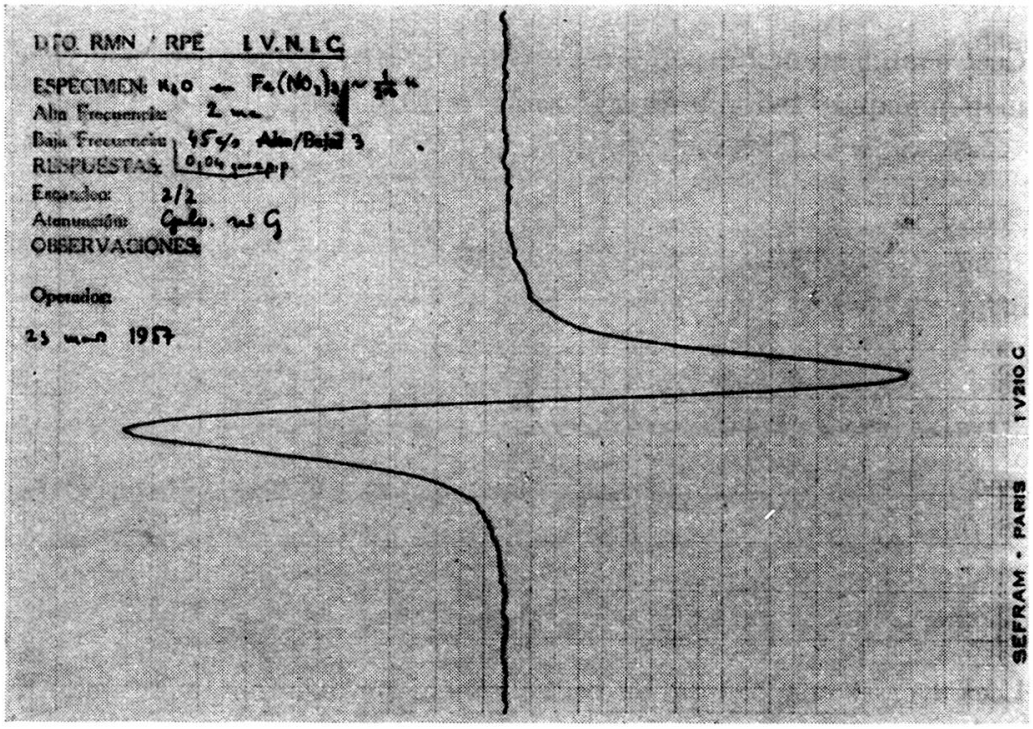

DTO. RMN / RPE I.V.N.I.C.
ESPECIMEN:
Alta Frecuencia: 2 ma
Baja Frecuencia: 45 % Alta/Baja 3
RESPUESTAS:
Escandeo: 2/2
Atenuación:
OBSERVACIONES:
Operador:
1957
SEFRAM - PARIS 1 V210 C

Fig. 10.

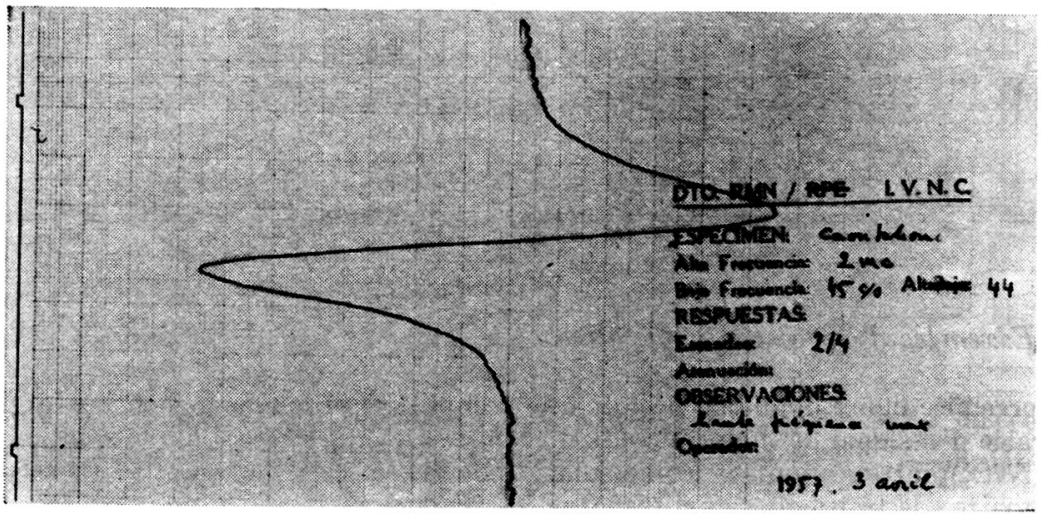

DTO. RMN / RPE I.V.N.C.
ESPECIMEN:
Alta Frecuencia: 2 ma
Baja Frecuencia: 45 % Alta/Baja: 44
RESPUESTAS:
Escandeo: 2/4
Atenuación:
OBSERVACIONES:
Operador:
1957. 3 avril

Fig. 11.

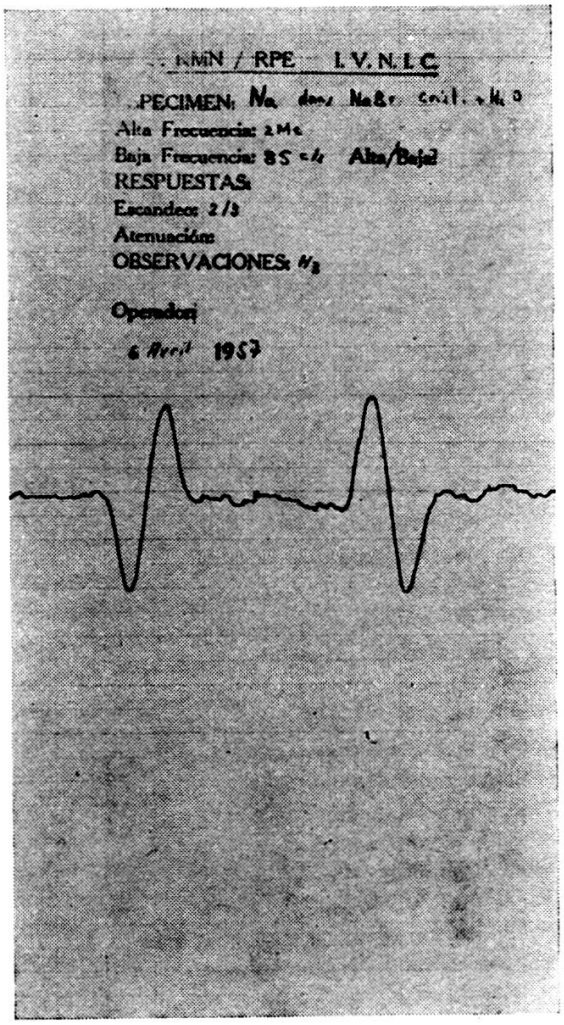

RMN / RPE I.V.N.I.C.
PECIMEN:
Alta Frecuencia: 2 Mc
Baja Frecuencia: 85 c/s Alta/Baja
RESPUESTAS:
Escandeo: 2/3
Atenuación:
OBSERVACIONES:
Operador:
6 Abril 1957

Fig. 12.

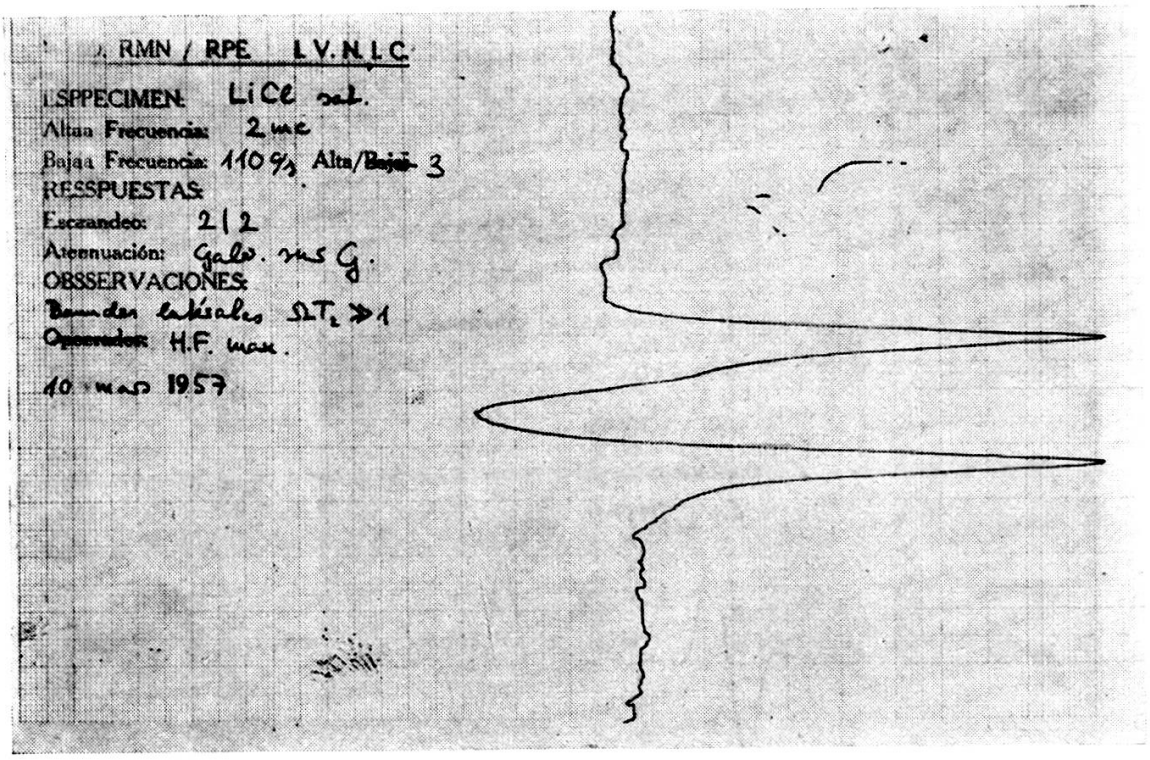

RMN / RPE I.V.N.I.C.
ESPPECIMEN: LiCl sat.
Altaa Frecuencia: 2 mc
Bajaa Frecuencia: 110 c/s Alta/Baja: 3
RESSPUESTAS:
Escaandeo: 2/2
Atennuación: Galv. sus G.
OBSSERVACIONES:
Operador: H.F. max.
10 mars 1957

Fig. 13

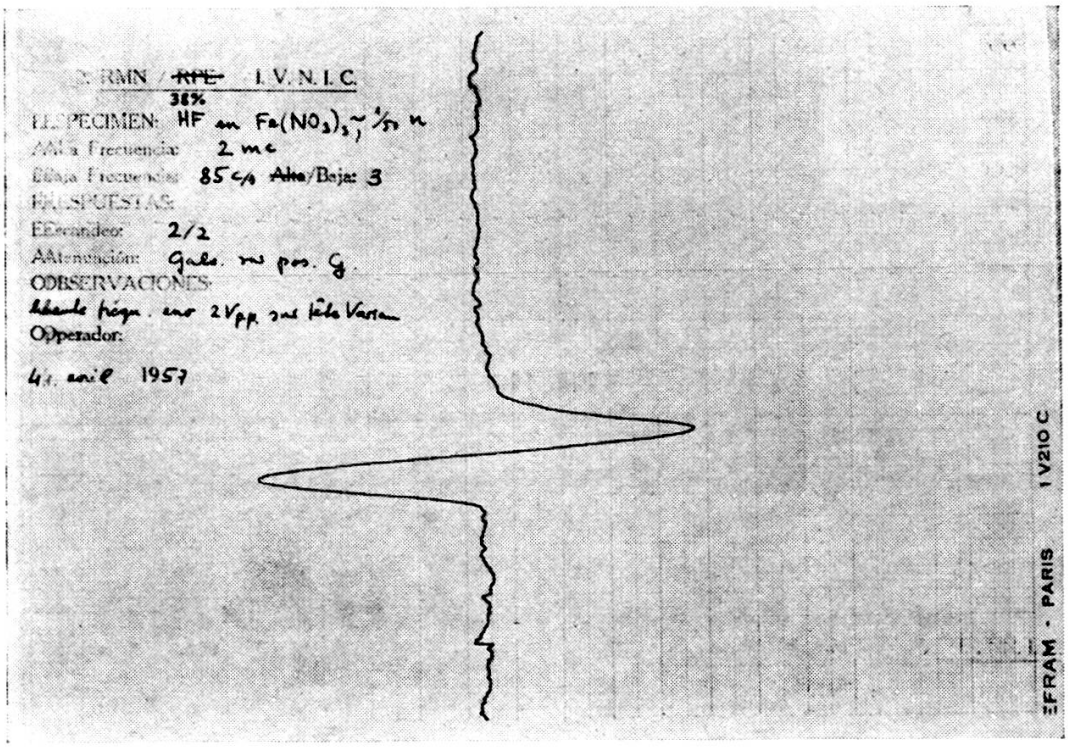

RMN / RPE I.V.N.I.C.
38%
ESPECIMEN: HF en Fe(NO3)3 ~ 1/50 n
Alta Frecuencia: 2 mc
Baja Frecuencia: 85 c/s Alta/Baja: 3
RESPUESTAS:
Escandeo: 2/2
Atenuación: Galv. sus pos. G.
OBSERVACIONES:
Operador:
4 avril 1957
EFRAM - PARIS 1V210C

Fig. 14.

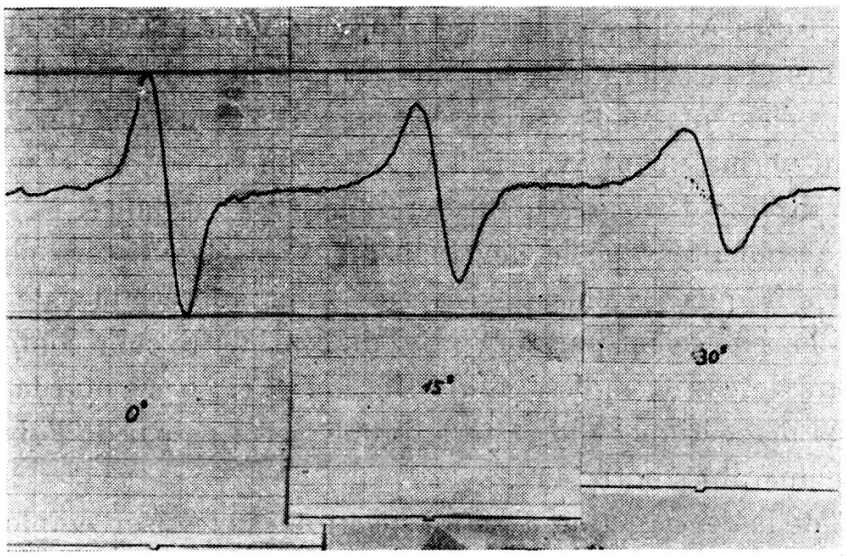


Fig. 15.

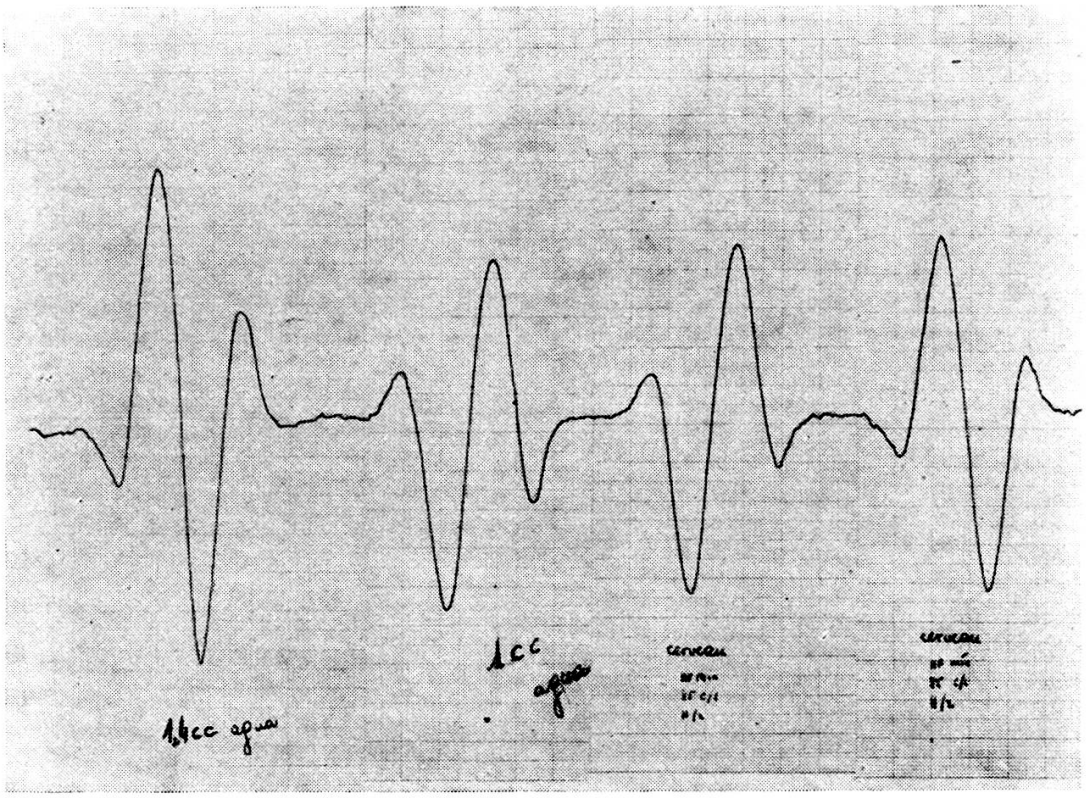


Fig. 16.

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 quantitif 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.