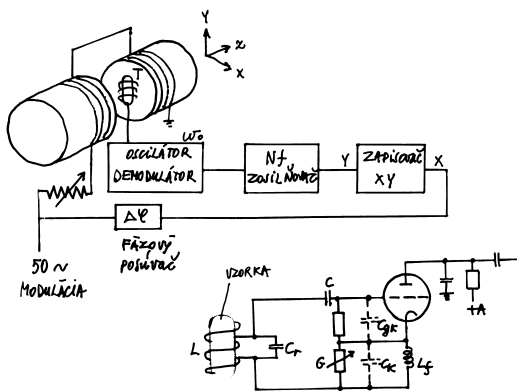


11. marca 2008

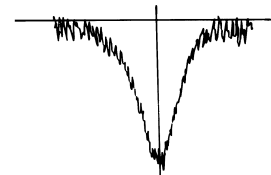
Rádiospektroskopia študuje absorpčné a emisné spektrá rozličných látok v rádiovom pásme, obsahujúcom elektromagnetické vlny s frekvenciou od stoviek Hz do $3 \cdot 10^{11}$ Hz. Prvé úzke spektrálne čiary, pozorované v rádiovom pásme, súviseli s javom JMR, ktorý spočíva v rezonančnej absorpcii rádiovln. Tento jav vyvolávajú kvantové prechody medzi magnetickými podhladinami, vytvorenými rozštípením hladín mnohých neparagnetických atómov vo vonkajšom magnetickom poli. Toto rozštípenie vyvolávajú niektoré možné orientácie magnetického momentu jadier (vo vonkajšom poli).



Obrázok 1: Bloková schéma spektrometra jadrovej magnetickej rezonancie (JMR) so spojitým ožarovaním vzorky. V pravom dolnom rohu je znázornený autodynamný detektor (oscilátor/demodulátor) tzv. Hopkinsov oscilátor. N. J. Hopkins, *Rev. Sci. Instrum.* **20**, (1949) 401

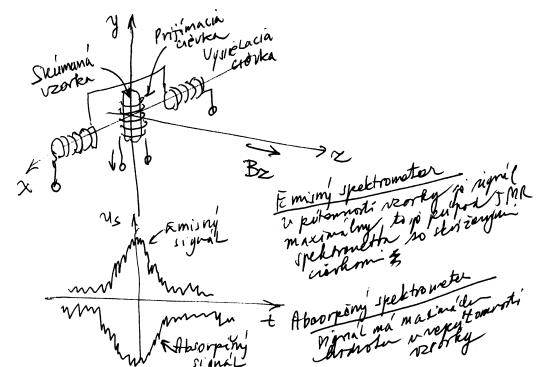
Rádiospektrometer je prístroj na sledovanie absorpcie a emisie rádiovln v rôznych látkach. Každý mikročastici (atómu, molekule atď.) prislúcha určitá sústava „dovolených“ hodnôt energie E_1, E_2, \dots . Ak mikročasticu ožarujeme elektromagnetickými vlnami, ktorých kmitočet vyhovuje podmienke $hf = E_h - E_d$, kde h je Planckova konštanta a E_h je horná a E_d je dolná hladina energie, potom môže dôjsť k rezonančnej absorpcii, t. j. častica môže absorbovať dávku (kvantum) elektromagnetickej energie hf , častica pritom prejde z hladiny E_d na vyššiu hladinu E_h . Spektrum energetických hladín mikročastice preto určuje sústavu takých kmitočtov f alebo vlnových dĺžok $\lambda = c/f$ (c je rýchlosť svetla) elektromagne-

tických vln, ktoré táto častica môže pohlcovať (rezonančné kmitočty). Na obrázku 1 je znázornená často používaná schéma spektrometra JMR. Ako absorpčný element tu slúži indukčná cievka L obyčajného kmitavého obvodu, v ktorej je umiestnená skúmaná vzorka. Obvod sa pripája na krátkovlnový elektronický generátor (oscilátor/demodulátor). Po zapnutí vonkajšieho magnetického poľa určitej veľkosti skúmaná vzorka začne pohlcovať elektromagnetickú energiu. Absorpcia vedie ku zmenšeniu amplitúdy kmitov (pozri obrázok 2), ktorá sa zaznamená registračným zariadením vo forme signálu (signál JMR).



Obrázok 2: Signál jadrovej magnetickej rezonancie z tej látky v tvare, ako ho zaznamená autodynamný detektor. Pohltie vysokofrekvenčnej energie, ktorá je vyžarovaná oscilátorom, sa prejaví poklesom amplitúdy oscilácií pri pomalej zmene vonkajšieho magnetického poľa

Iným typom je napr. spektrometer so skríženými cievkami (pozri obrázok 3). Metódy modulácie, zosilnenia a registrácie absorpčného signálu tu môžu byť také isté ako v iných rádiospektrometroch.

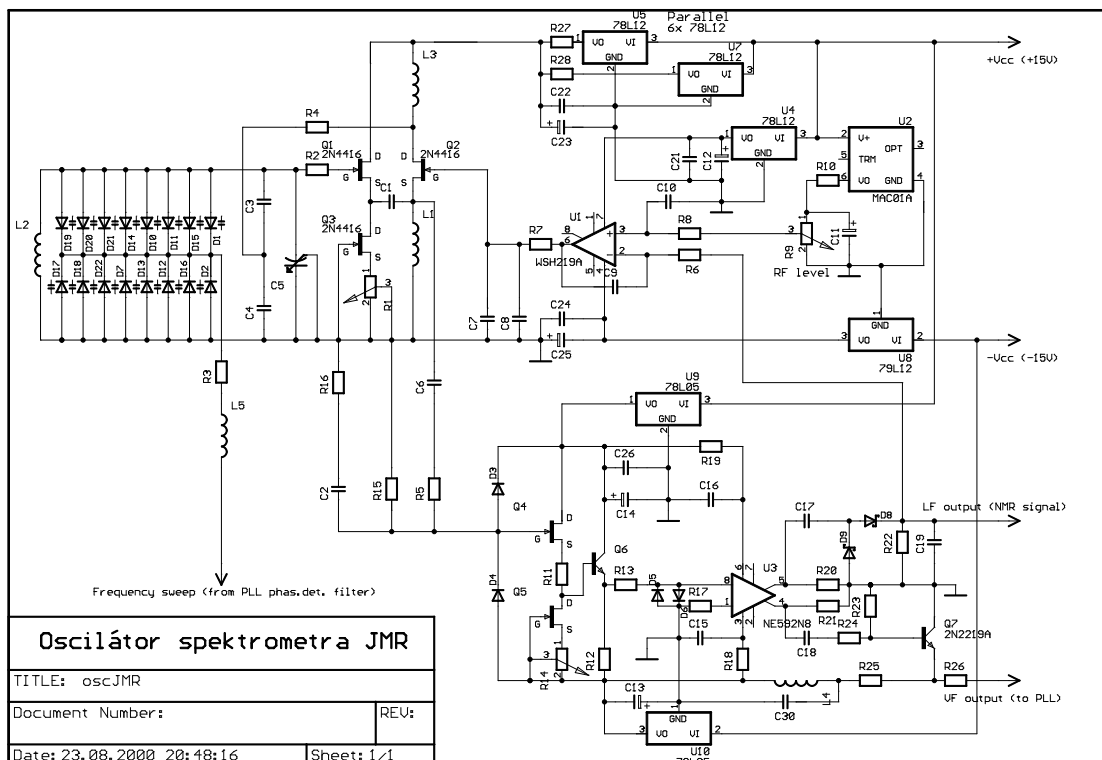


Obrázok 3: Náčrt detektora JMR so skríženými cievkami
 Citlivosť (pod citlivosťou rádiospektrometra rozumieme minimálnu veľkosť absorpcie rádiovln v skúmanej látke, ktorú ešte možno

registrovať) rádiospektrometra závisí od mnohých faktorov, avšak najčastejšie ju ohraničujú náhodné chaotické zmeny prúdu (šumy) detektora. Tieto šumy dosahujú maximálne hodnoty pri nízkych kmitočtoch. Hlavne z tejto príčiny rádiospektrometer s nízkofrekvenčnou

moduláciou magnetického poľa nemôže dosiahnuť vysokú citlivosť.

R. H. Dicke použil v rádiospektroskopii prvýkrát synchronnú detekciu typu lock-in na registráciu signálu JMR (*Rev. Sci. Instrum.* 17 (1946) 268)



Obrázok 4: Schéma moderného oscilátora/detektora *Pounda-Knighta-Watkinsa* pre spektrometer JMR so spojitým ožarovaním vzorky. Je to spinový detektor postavený na báze dvojbodového *Franklinovho oscilátora*, ktorý patrí do kategórie prahových oscilátorov (*marginal oscillators*). Upravená a prepracovaná tranzistorová verzia s polom riadenými tranzistormi sa vyznačuje vysokou citlivosťou a malým šumom. Označenie 6× vyjadruje paralelné zapojenie šiestich stabilizátorov napätia 78L12 cez pracovné odpory do uzla napájania dvojice tranzistorov 2N4416 oscilátorovej časti. Týmto zapojením dosiahneme zníženie šumovej zložky napájacieho napätia približne $\sqrt{6}$ -krát. Potenciometer R1 slúži na nastavenie pracovného prúdu prvého tranzistora oscilátorového stupňa pre najlepší pomer ($\frac{S}{N}$). Potenciometer R9 nastavujeme úroveň RF napätia oscilácií na cievke L2, v ktorej je umiestnená meraná vzorka. Podrobnejšie informácie o spektrometri, v ktorom jeho takýto oscilátor použitý nájdete v článku na URL adrese <http://www.aei.tuke.sk/pdf/2006-04/Sevcovic.pdf>