



Geologia, geotècnia i serveis
científico-tècnics

PRINCIPIS I MÈTODE DE LA PROSPECCIÓ A RESSONÀNCIA MAGNÈTICA (MRS)

***INTRODUCCIÓ I EQUIP DE MESURA
PRINCIPI FÍSIC DEL MÈTODE
TESTS PRÈVIS A LA EXECUCIÓ D'UN MRS
EXECUCIÓ D'UN SONDATGE A RESSONÀNCIA MAGNÈTICA
INFORMACIÓ OBTINGUDA I QUALITAT DE LA MATEIXA***

Direcció: **Valentí TURU i MICHELS**
Av. Príncep Benlloch 66-72
Edifici Interceus, despatx 407
Telèfon i fax: 321815 - 820323
Email: igeotest@myp.ad
<http://www.igeotest.ad>

PROSPECCIÓ A RESSONÀNCIA MAGNÈTICA

1.3 Principis físics del mètode

El mètode no es basa en propietats petrofísiques com a la resta de mètodes geofísics, sinó que en una propietat física de l'àtom de hidrogen: el fenomen de la ressonància magnètica nuclear (NMR) en un camp geomagnètic. Aquest fenomen físic es produeix perquè els àtoms en presència d'un camp magnètic pot absorbir energia ($\Delta\varepsilon$) solament a una determinada freqüència (f) i en una determinada quantitat, múltiple de la constant de Plank (h):

$$\Delta\varepsilon = 2\pi f h = \hbar h$$

Els nuclis atòmics que posseeixen un nombre imparell de nucleïds (protons o neutrons) generen, degut a la seva revolució, un camp magnètic, la intensitat i direcció de la qual s'expressen mitjançant el moment magnètic nuclear (M_0 , **Figura 2a**). En presència d'un camp magnètic estàtic extern (terrestre), els M_0 estan orientats (polaritzats) en direcció a les línies de força del camp magnètic extern (B_0 , **Figura 2b**).

Si s'afegeix un camp artificial dinàmic generat per l'espira B_1 (**Figura 2c**), es produeix la nutació del moment magnètic M_0 dels protons que s'inclinen respecte del camp terrestre un angle mantenint la seva precessió a la freqüència de Larmor $\omega_L = 2\pi f_L$ (Figura 2d).

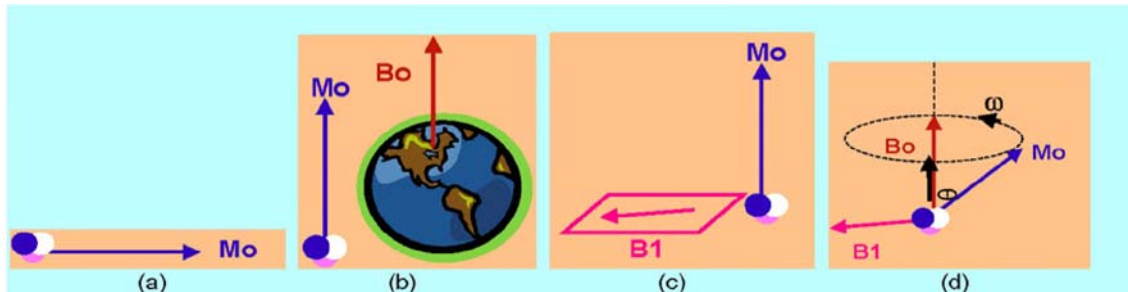


Figura 2: Es mostra la relació entre el vector de moment magnètic i el terrestre

Quan el camp artificial B_1 es talla, els protons tornen a la seva posició d'equilibri (M_0 alineat amb B_0) amb una relaxació caracteritzada per una amplitud inicial E_0 i un temps de decaïment T_2^* .

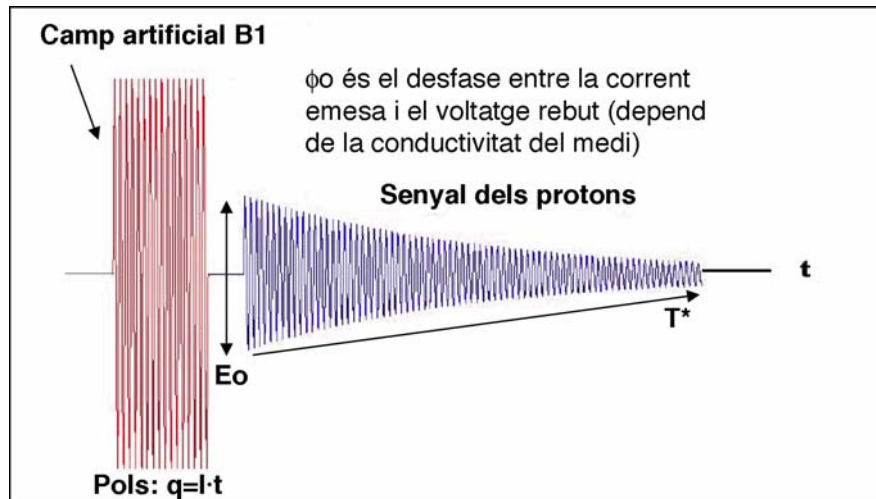


Figura 3: Impuls del camp magnètic artificial creat per excitar els protons i la seva resposta

El camp magnètic terrestre B_0 (estàtic) determina la freqüència de Larmor dels protons de la molècula d'aigua.

$$f_L \text{ (Hz)} = \gamma B_0 / 2\pi = 0,04258 * B_0 \text{ (nT)} \Rightarrow \omega / 2\pi F_{\text{larmor}}$$

La profunditat d'investigació amb la ressonància magnètica està en funció d'una sèrie de factors geològics. Entre aquests factors cal fer esment que la resistivitat de les roques i el camp geomagnètic.

1) Un subsòl elèctricament conductor atenua el camp electromagnètic per un factor caracteritzat pel "skin depth" que és proporcional a $\sqrt{\rho_0/F}$, on ρ_0 és la resistivitat del subsòl i F és la freqüència del camp electromagnètic. No obstant si s'augmenta la dimensió de l'antena també s'aconsegueix més profunditat, tot i què per una freqüència de Larmor de 2000 Hz, per roques d'una no excessiva conductivitat de 100 Ωm , per configuracions d'antenes habituals de 75X75 o de 100 m de diàmetre la profunditat d'investigació és inferior a la del factor "skin depth" i la resistivitat té poca influència en la profunditat d'investigació, ja que:

$$Z_s = 503 \sqrt{\rho_0/F} = 112 \text{ m}$$

Si s'intenten assolir profunditats superiors augmentant la mida de l'antena, llavors la profunditat assolida serà superior a la de "skin depth" i la conductivitat elèctrica tindrà un major efecte en la senyal MRS.

2) La freqüència de Larmor utilitzada és proporcional a la magnitud del camp geomagnètic ($f_L \sim B_0$). Conseqüentment, en àrees on el camp magnètic és feble (cap a l'equador), la freqüència és inferior i l'atenuació produïda per el subsòl és també menor que en els indrets on el camp magnètic és més elevat (cap als pols). No obstant la resposta de la senyal MRS també serà proporcional al quadrat del camp geomagnètic ($E_0 \sim B_0^2$) fet que millora la relació senyal/soroll.