



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](mailto:igeotest@myp.ad)

<http://www.igeotest.ad>

## PROSPECCIÓ A RESSONÀNCIA MAGNÈTICA

### 1.5 Execució d'un sondatge a ressonància magnètica (MRS)

Una vegada s'han realitzat aquestes mesures prèvies ja s'està en condicions de realitzar el MRS. El procediment és el següent:

1) Instal·lació de l'antena transmissora que consisteix en una cable tancat disposat de forma quadrada, circular, rectangular o en vuit en funció del nivell de soroll obtingut en la fase de test inicial. Com a referència es pot dir que la corrent d'excitació en la espira arribar a ser de 110 A en el Numis Lite™ durant els impulsos durant algunes desenes de milès de segons. Un cop instal·lada l'aparell efectua unes comprovacions per saber si tot el sistema està ben connectat, podent avisar si el protector de l'antena està obert (*Door open*), si la impedància de l'antena no es correcta (*Missing loop*), si no s'han configurat correctament els condensadors (*Capacitor er.*), si l'antena no es correspon amb la configurada (*Tx/Rx loop not accorded*), sobrecàrrega del sistema (*Overheat*), poca bateria (*Batteries*), una connexió oberta o fuga elèctrica pel cable (*Kampl or Zant values*) o un problema de comunicació amb la CPU (*E*).

Un cop s'ha instal·lat l'antena és interessant comprovar les mesures obtingudes a la fase de test inicial a escala real (mesures de pre-test):

#### A) Monitoreig del soroll

És possible mesurar el nivell del soroll a escala real per un número determinat de mesures. Això comprova el nivell de soroll i la seva variació a temps real.

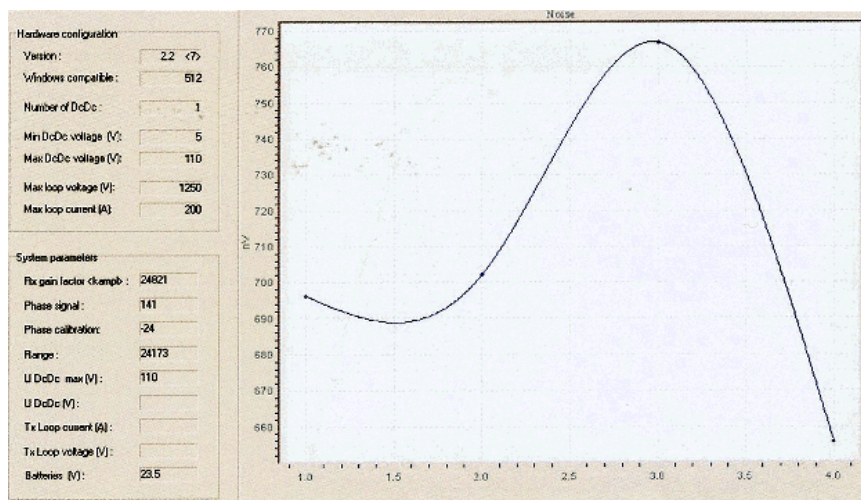
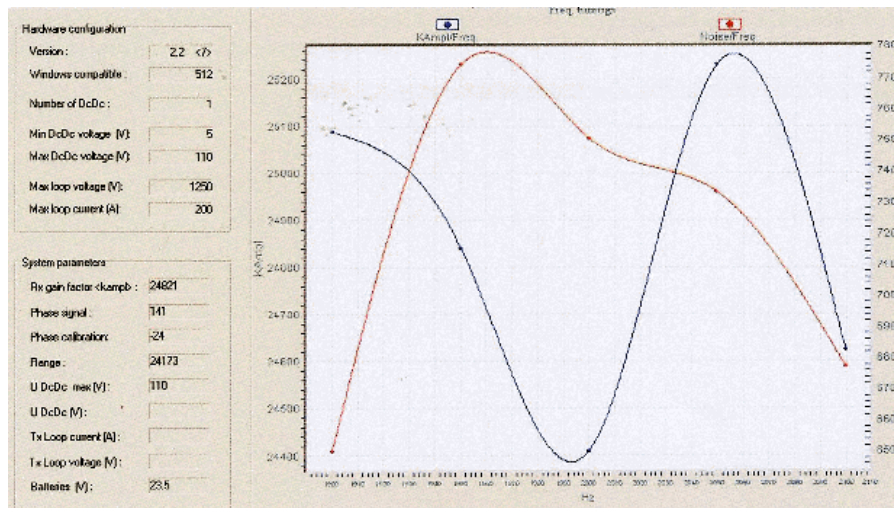


Figura 8: Mesura del soroll en temps real abans de l'inici del MRS

## B) Factor de guany en funció de la freqüència

Aquesta funció permet observar la variació de la freqüència en un rang prèviament marcat (finestra d'observació) i l'interval de mesura entre freqüències. Aquesta finestra d'observació és enregistrada en la CPU. La finestra d'observació mostra el factor de guany (Kamp) en color blau, com també l'amplitud del soroll per cada freqüència (corba vermella).



**Figura 9:** Mesura de l'amplitud del soroll en diferents freqüències en una finestra de mesures

### C) Afinat dels condensadors per generar la freqüència

Una corba d'impuls de corrent (en ampers) en funció del temps (en mili segons, 40 per defecte) s'observarà en temps real. En funció de la caiguda de la corba es pot jutjar la qualitat de l'afinat dels condensadors, havent d'ésser canviat si la caiguda de tensió és superior a un 20%.

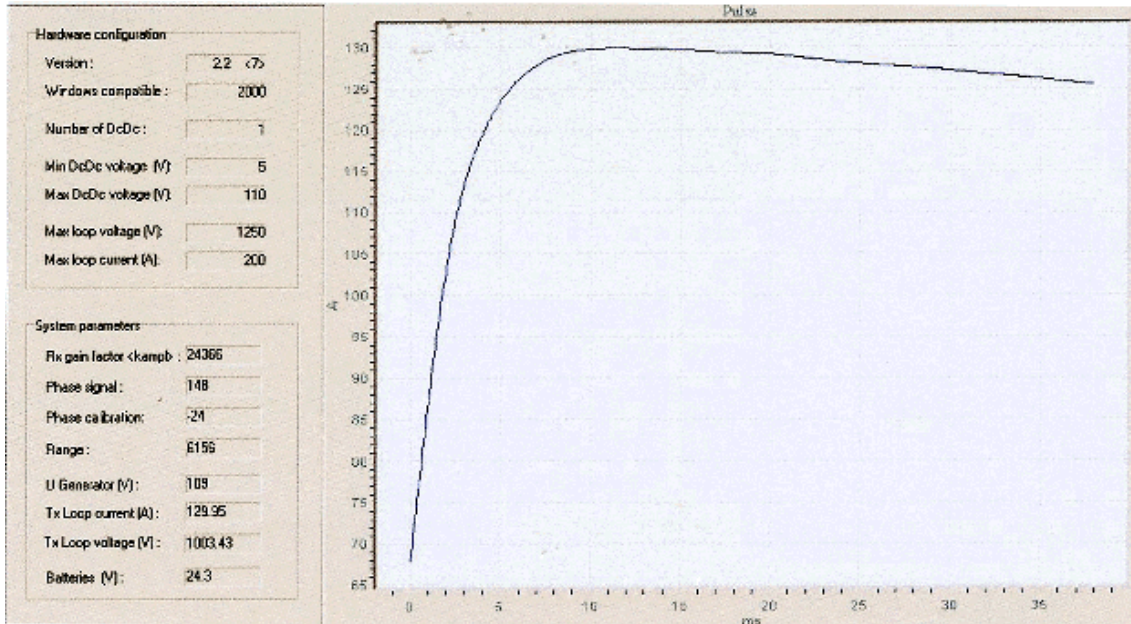


Figura 10: Mesura de la caiguda de corrent en l'antena

### D) Formatejat dels condensadors

En el supòsit que l'aparell hagi estat més de tres mesos sense fer servir cal recarregar els condensadors prèviament al seu ús.

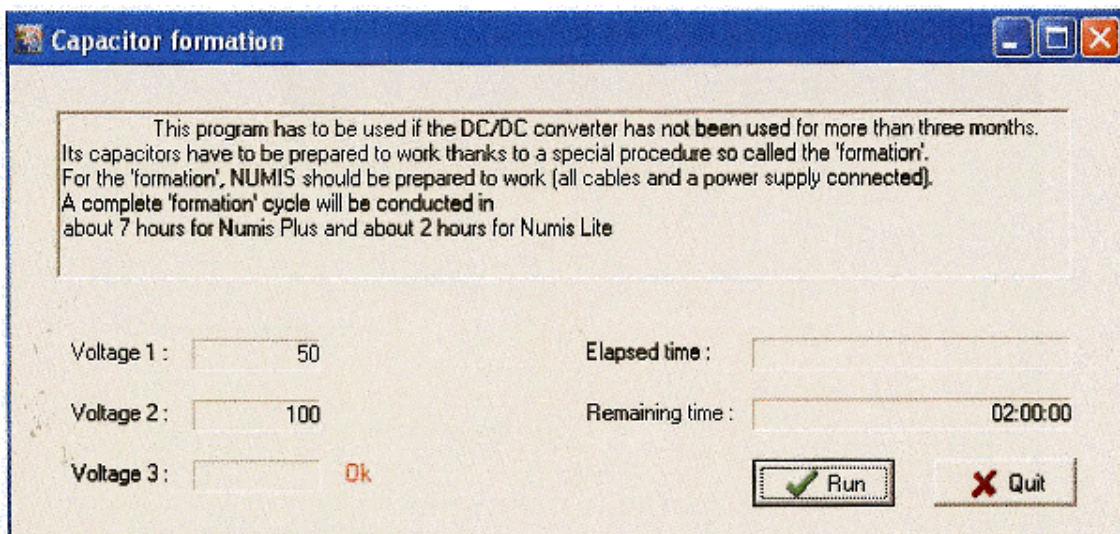


Figura 11: Avís de recarrega dels condensadors

2) Iniciar un sondatge preliminar amb unes poques mesures (5 moments d'impuls) per observar la presència d'una senyal de MRS, amb l'objectiu de confirmar la millor freqüència a aplicar, així com fixar el número de registres (*stacks*) i la tipologia de filtrat.

Pel que fa referència al número de registres (*stacks*) a prendre per impuls (*q*), el equip Numis Lite™ efectua una primera valoració automàtica en funció del soroll detectat, guardant una relació de 10 amb aquest. És a dir que per un soroll de 500 nV cal com a mínim 50 *stacks* que posteriorment es sumen per amplificar la senyal respecte al soroll. En el supòsit que el soroll sigui homogeni (no varia en el temps) aquesta operació fa créixer la relació senyal / soroll (S/N)  $\sqrt{n}$  vegades després de *n* *stacks* (Legchenko, 2007, pag. 491). En el cas que el soroll no sigui homogeni (derives en el temps del soroll) cal efectuar una ponderació dels registres (*weighted average stacking*). El temps d'adquisició de les dades per un sistema de tipus Numis Lite™, el interval entre dos registres consecutius és de 6 segons, per altra banda cada registre pren de 10 (impuls simple) a 20 (doble impuls) paràmetres, per la qual cosa hom pot estimar el temps d'adquisició de dades segons Legchenko (2007, pag. 506):

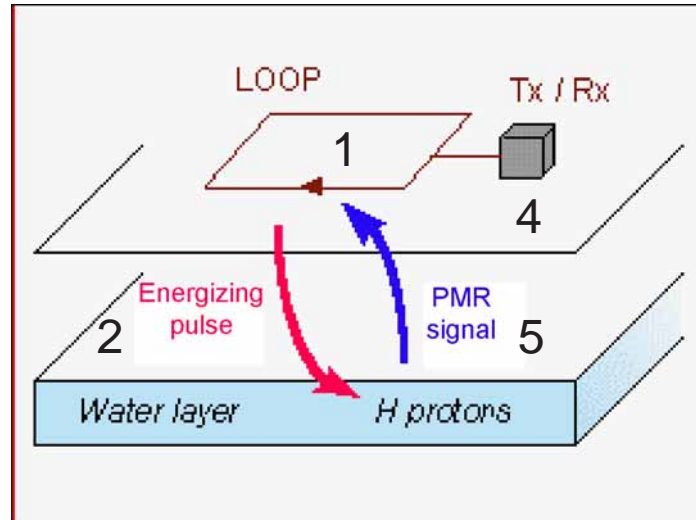
$$T = \text{Núm. de stacks} \times (\text{impuls simple o doble impuls}) \times 6 \text{ (en segons)}$$

El enregistrament de les dades per a un sondeig complet amb diversos moments d'un pols generalment triga entre 2 i 3 hores.

Pel que fa referència al filtrat de la senyal aquest pot ser en el decurs de l'adquisició de les dades (hardware) o bé després (software). Es poden aplicar diferents filtres en funció de la tipologia de soroll observat al monitoreig de soroll (present en el programa d'adquisició de dades) segons la següent taula:

<b>Soroll EM constant</b>	<b>Soroll EM variable</b>	<b>Interferències curtes</b>	<b>Soroll EM industrial</b>
<i>Stacking</i>	<i>Weighted stacking</i>	<i>High cut filter</i>	<i>Notch filter</i>

3) Executar el sondatge MRS (preferentment 16 moments d'impuls). El camp magnètic de l'antena es superposa al dels protons de hidrogen (aigua) excitant-los. El camp de relaxació dels protons es mesurat per la mateixa antena, un temps després de haver-se apagat la corrent d'injecció.



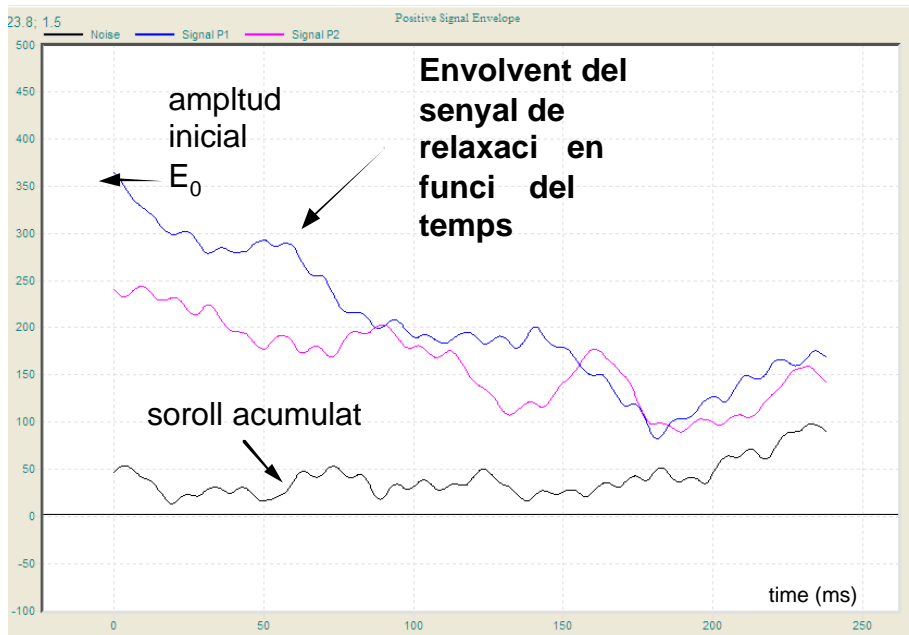
**Figura 12:** General configuració i procés en un MRS. 1: Antena, 2: impuls d'energia generat pel dispositiu Tx (4), 5: senyal MRS generada pels protons i captada pel dispositiu Rx.

Per mesurar una senyal electromagnètica de l'aigua, es genera un impuls de corrent alterna que activa l'antena segons:

$$i(t) = I_0 \text{Cos} (\varpi_L t), \quad 0 < t < \tau$$

On  $I_0$  és l'amplitud de l'impuls elèctric generat,  $t$  és la duració del mateix (40 ms en el Numis Lite<sup>TM</sup>), i  $\varpi_L = \gamma B_0$  la freqüència de Larmor.

4) Comprovació immediata de les corbes de relaxació (variació de l'amplitud en el temps) per cada moment d'impuls, de forma que es pugui repetir la lectura d'un determinat moment d'impuls que hagués pogut estat molt influenciat pel soroll.



**Figura 13:** En blau mesura del temps de relaxació de  $T_2^*$ , en rosa el temps de relaxació de  $T_1$ , en negre el soroll un cop efectuat els stacks.