

***Geofyzikálne aparatury a
metodika terénnych meraní***

-

časť MAGNETOMETRIA

(prístroje)

MAGNETOMETRIA – prístroje

Obsah prednášky:

- rozdelenie magnetomerov
- magnetometer s ferosondou (fluxgate)
- protónový magnetometer
- absorpčný (céziový) magnetometer
- magnetometer SQUID

meranie v magnetometrii

**prístroje na meranie magnetickej
indukcie sa nazývajú magnetometre**



Ich rozmanitosť je omnoho väčšia, ako je tomu v gravimetrii.

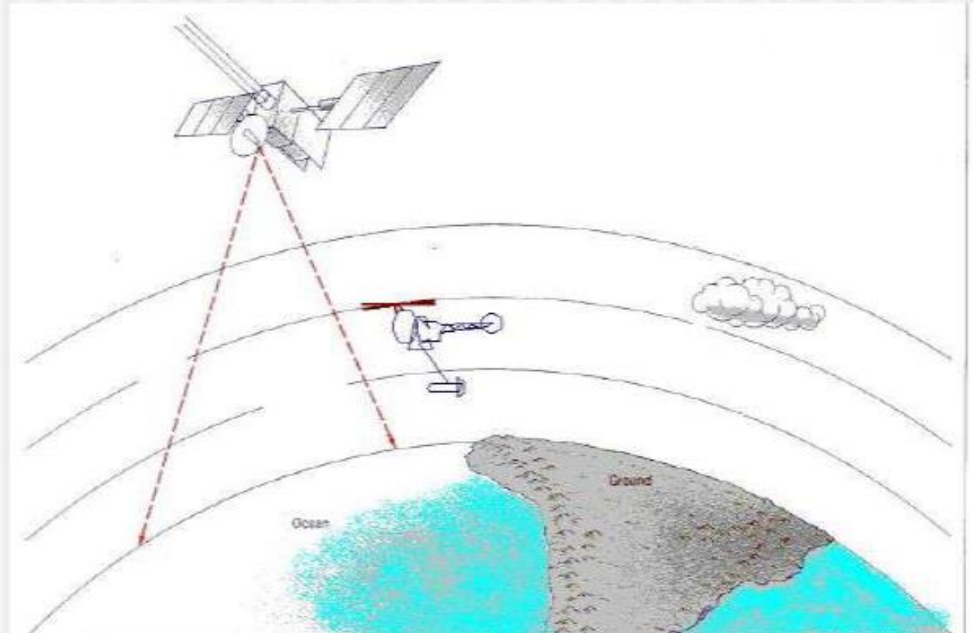
prístroje v magnetometrii

Terénne prístroje v magnetometrii - **magnetometre**.

Existujú rôzne rozdelenia:

Podľa miesta merania:

- pozemné
- orské (podmorské)
- letecké
- družicové
- vrtné



prístroje v magnetometrii

letecké magnetometre:

(leitadlá, helikoptéry, drony, AUV, ...

AUV = Autonomous Unmanned Vehicle)



prístroje v magnetometrii

Terénne prístroje v magnetometrii - **magnetometre**.

Existujú rôzne rozdelenia:

podľa meranej zložky:

- vektorové (**X,Y,Z,H** - fluxgate)
- skalárne (T - atómové)

podľa meranej veličiny:

- sólové 1 sonda (magnetometre - X,Y,Z,H,T)
- gradientové 2 sondy (gradientometre)
(dT/dz alebo dT/dx)

! odpadá potreba opravy na variácie

prístroje v magnetometrii

Terénne prístroje v magnetometrii - **magnetometre**.

Existujú rôzne rozdelenia:

Rozdelenie podľa rôznych fyzikálnych princípov:

- magnetické váhy,
- s ferosondou (fluxgate),
- protónový,
- absorpčný (céziový),
- SQUID,
- s halo sondou.

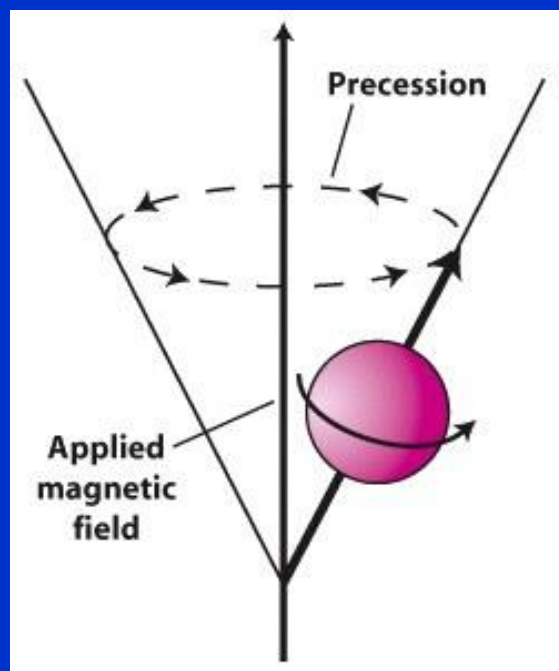
Pozn.: Niektorí autori označujú skupinu troch magnetometerov (prot., absorp., SQUID ako tzv. atómové magnetometre).

prístroje v magnetometrii

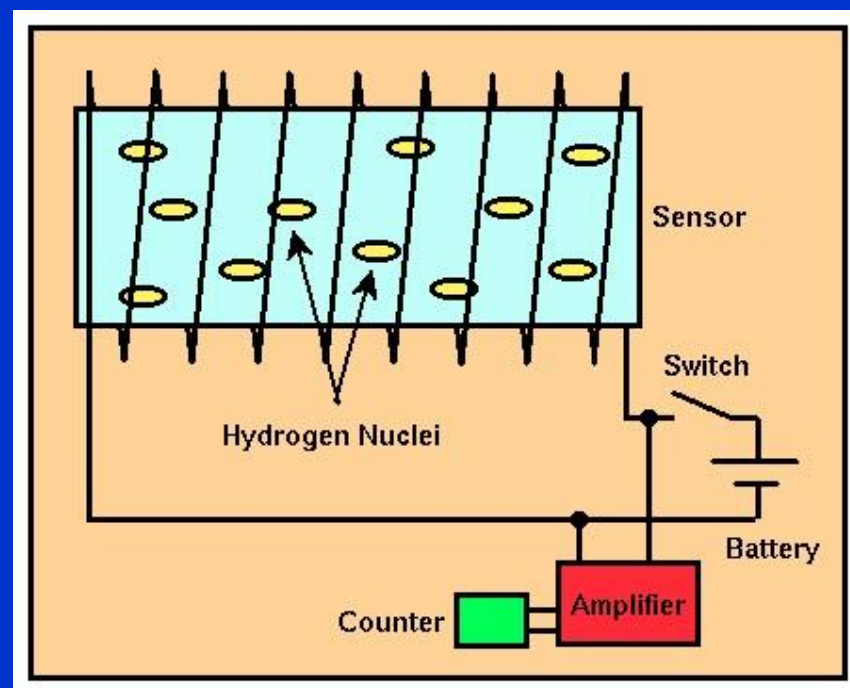
Protónový magnetometer:

Merací princíp je založený na sledovaní precesného pohybu protónov (najmä vodíkových jadier).

Frekvencia tohto pohybu závisí od vonkajšieho magn. poľa T .



Precesný pohyb vzniká v dôsledku kombinácie mechanického a spinového magnetického momentu.



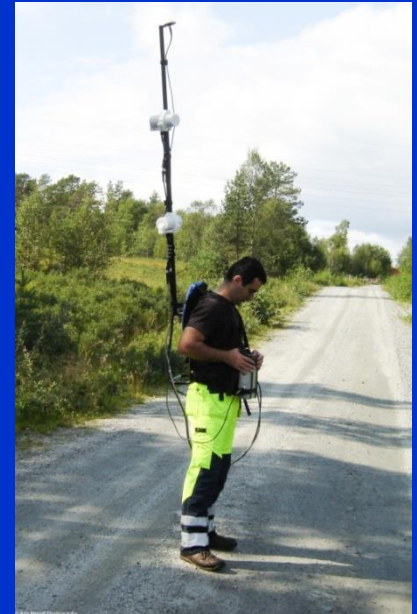
Plastová nádoba (50 – 500 cm³) naplnená destilovanou vodou alebo metylalkoholom. Má vonkajšie vinutie – budiaci a merací obvod.

prístroje v magnetometrii

Protónový magnetometer:

Merací čas sú rádovo sekundy, príp. zlomky sekundy (patrí medzi pomalšie prístroje).

Vnútoraná presnosť je na úrovni ± 0.1 nT, vonkajšia $\pm$ niekoľko nT. Využíva sa najmä pri geologických aplikáciách.



prístroje v magnetometrii

Protónový magnetometer:

Známe produkty (výrobcovia):

- Geometrics G-856 (USA)
- GEM Advances GSM-19T (Canada)
- Geofyzika Brno PM-2 (ČSSR)



prístroje v magnetometrii

Protónový magnetometer - Overhauserov:

Vylepšenie klasického protónového magnetometra.

Typ Overhauser

Zmeny oproti klasickému protónovému m.:

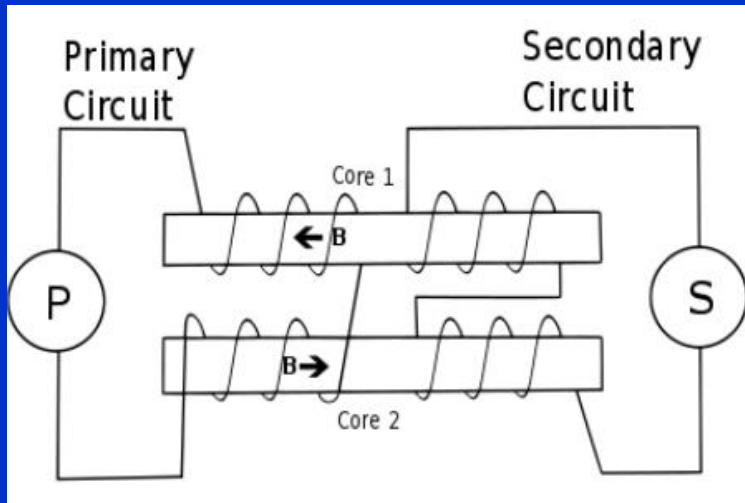
- Do kvapaliny sondy sa pridáva iná kvapalina bohatá na elektróny (voľné radikály). Touto kombináciou sa zvýši polarizácia až 5000 krát.
- Na generovanie umelého (sýtiaceho) poľa sa používa rádiová frekvencia.

Známy výrobca: GEM Advanced Magnetometer (model GSM-19).

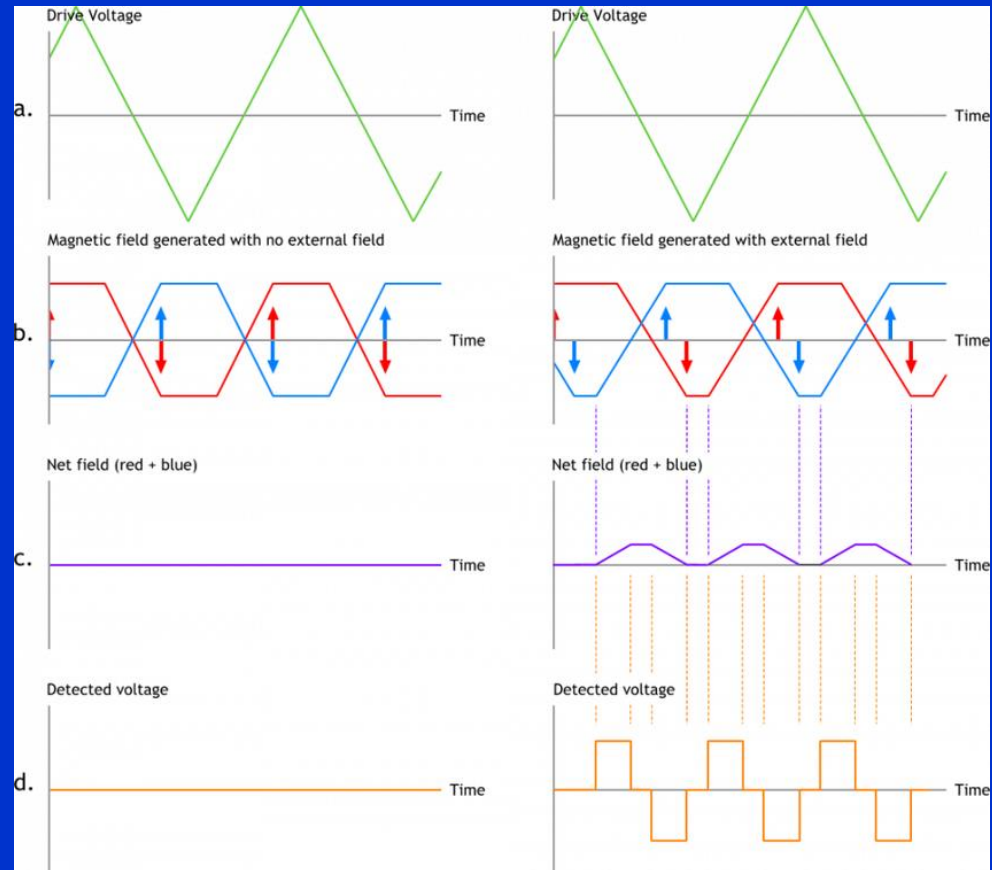
prístroje v magnetometrii

Magnetometer s ferosondou (fluxgate):

Merací princíp je založený na sledovaní indukčných javov striedavého prúdu v permalloyových pásikoch (tzv. fluxgate sonde).



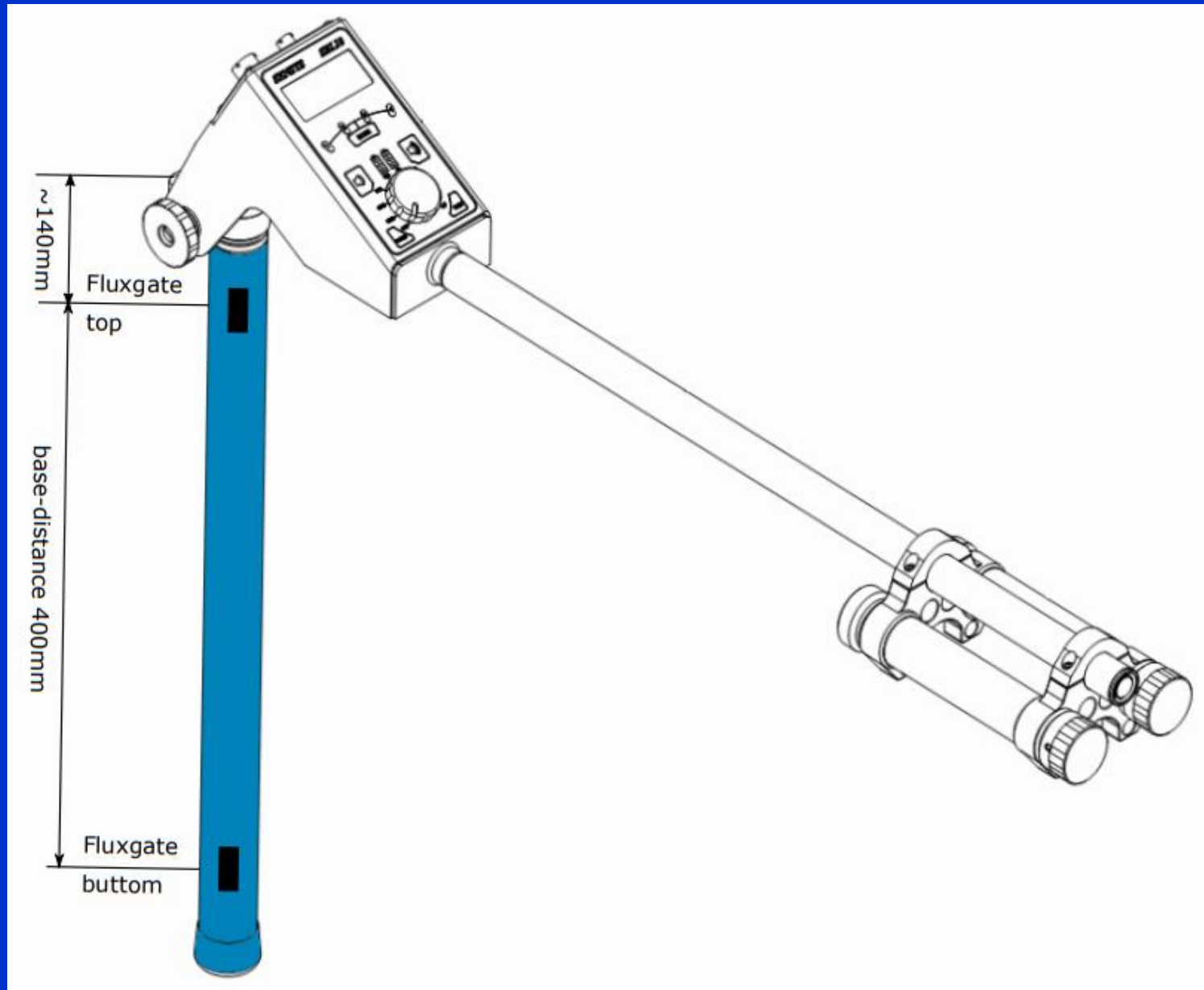
Permalloyové pásiky (zliatina Fe, Ni a Mo) s rozmermi 10 cm krát cca pár sú ovinuté 2 vinutiami: primárnym a sekundárnym.



bez pôsobenia
vonkajšieho
magn. poľa

s pôsobením
vonkajšieho
magn. poľa

magnetometer s ferosondou (fluxgate) - SBL:



prístroje v magnetometrii

Magnetometer s ferosondou (fluxgate):

Často používané v tzv. *gradientovom prevedení* (pole je merané v 2 úrovniach) a v multi-senzorovom usporiadaní.

Proces merania je veľmi rýchly – až niekoľko stokrát za sekundu.

Vnútna presnosť je na úrovni ± 0.1 nT, vonkajšia ± 1 nT.



Presnejšie a najmä rýchlejšie ako protónové magnetometre.

prístroje v magnetometrii

Magnetometer s ferosondou (fluxgate):

Známe produkty (výrobcovia), veľké množstvo:

- Foerster FEREX (Germany)
- Bartington GRAD601 (GB)
- SENSYS MX q SBL (Germany)
- VALLON ferrous locator VX1 (Germany)
- LETI (France, vektorový)
- Scintrex MFM-3 (Canada, vektorový)

SENSYS MX PDA
5 sensors, GPS
(Univ. Vedecký park)

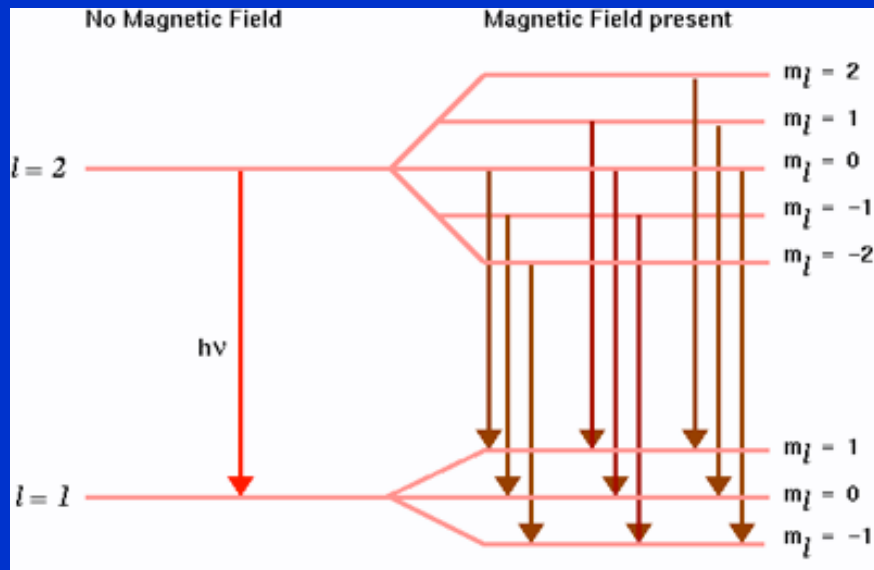


Foerster FEREX 4.034

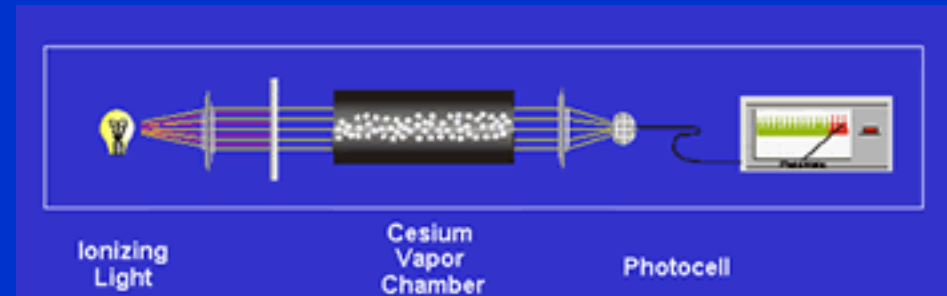
prístroje v magnetometrii

absorpčný (céziový) magnetometer: (Cs-vapour magnetometer)

Merací princíp je založený na sledovaní tzv. Zeemanovho javu - meraní frekvencie EM žiarenia, emitovaného pri prechode elektrónov vo výparoch Cs (Rb, K) z jednej energetickej hladiny na druhú (tzv. optické pumpovanie). Frekvencia registrovaného EM žiarenia je priamo úmerná magn. poľu T .



princíp Zeemanovho javu



Výpary cézia v banke sú nasvietené monochromatickým jonizujúcim svetlom. Pri jeho vypnutí je sledovaná frekvencia vyžiareného EM impulzu (tento proces vie byť veľmi rýchly niekoľko tisíc krát za sekundu).

prístroje v magnetometrii

absorpčný (céziový) magnetometer: (Cs-vapour magnetometer)

Merací čas sú rádovo desatiny až tisíciny sekundy (najrýchlejšie prístroje).

Vnútoraná presnosť je na úrovni ± 0.01 nT, vonkajšia ± 1 nT.

Pozor – má tzv. mŕtvy uhol pri meraní (kedy nemeria správne).

Využíva sa najmä pri UXO, geologických a archeologických aplikáciách.

Nevýhoda – vysoká cena (v porovnaní s protón. a fluxgate magnet.).



Niekedy sa používajú aj v gradientových usporiadaniach.

prístroje v magnetometrii

Absorpčný (céziový) magnetometer: (Cs-vapour magnetometer)

Známe produkty (výrobcovia):

- Geometrics G-858 (USA)
- Scintrex CS-3 (Canada)
- rôzne univerzitné projekty (Germany, Switzerland, USA)



prístroje v magnetometrii

Magnetometer SQUID:

(Superconducting Quantum Interference Device)

Je to vysoko presný magnetometer, využívajúci jemné magnetické polia okolo supravodičov, využívajúc tzv. Josephsonov jav.

Vyžaduje chladenie tekutým dusíkom.

Väčšinou laboratórne prístroje, existujú už však aj terénne verzie. Presnosti už pod 0.001 nT.



prístroje v magnetometrii

Terénne prístroje v magnetometrii - **magnetometre**.

Existujú rôzne rozdelenia:

podľa oblasti použitia:

■ **Observačné**

fluxgate

protónové

■ **Terénne (prospekčné):**

fluxgate

protónové

absorpčné