

UN SEGLE D'INSTRUMENTACIÓ MAGNÈTICA A L'OBSERVATORI DE L'EBRE

**J. J. Curto Subirats; J. O. Cardús Almeda; Ll. Gaya Piqué;
E. Sanclement Vallespí; J. M. Torta Margalef**
Observatori de l'Ebre. CSIC-URL

Paraules clau: geomagnetisme, instrumentació, geofísica, Observatori de l'Ebre

A century of magnetic instrumentation at Ebre Observatory

Summary: The magnetic section of the Ebre Observatory appears with the creation of the centre, in 1904, and goes on nowadays. In this work we describe the instruments and the techniques used in Ebre Observatory during the first epoch of this long experience measuring the terrestrial magnetic field.

Key words: geomagnetism, instrumentation, geophysics, Ebre Observatory.

Introducció

La secció magnètica apareix amb la creació de l'Observatori, l'any 1904, (Puig, 1927) i ha perdurat fins els nostres dies. En aquest treball es presenten els diferents instruments i tècniques emprades a l'Observatori de l'Ebre durant els primers temps d'aquesta llarga experiència mesurant el camp magnètic de la Terra.

Ja des de la seva creació, a la secció magnètica es va definir l'estratègia de fer mesures d'absolutes i mesures de variacions. Malgrat les successives renovacions dels instruments (Cardús, 1983) —exposades d'una manera esquemàtica en el quadres sinòptics de les figures 1 i 2— aquest esquema ha perdurat fins avui ja que tot dos tipus de mesures són necessaris i es complementen. Aquí descriurem els instruments originaris, explicant els principis físics i operatius de cadascun d'ells.

1. Magnetòmetres d'absolutes

1.1 El teodolit magnètic

Era un instrument absolut que permetia obtenir:

a) La declinació magnètica. S'utilitzava una agulla imantada penjada d'una fibra

molt prima (amb molt poca torsió). Incorporat a l'imant hi havia un espillet alineat amb el seu eix geomètric. El sistema, amb l'imant suspès de la fibra, es col·locava a dalt d'un teodolit no magnètic de manera que es podia mirar l'espillet de l'imant amb el telescopi del teodolit. Es deixava girar lliurement fins que quedava orientat en la direcció del meridià magnètic –un extrem apuntant al Nord magnètic i l'altre cap al Sud magnètic. Llavors es podia fer la lectura. Per evitar errors de col·limació (no alineament de l'espillet respecte de l'eix de l'imant) es feia un altra lectura, girant l'imant 180° respecte del seu eix (horitzontal), i es promitjava el valor de les lectures. La lectura de la posició sobre un teodolit juntament amb la determinació del Nord geogràfic amb l'azimut d'una marca fixa col·locada a una certa distància del pilar d'observació donava la declinació.

b) La intensitat horitzontal. S'utilitzava el mètode de Gauss-Lamont. Eren necessàries dos tipus d'observacions:

b1) La primera observació es basava en les oscil·lacions lliures d'un imant anomenat principal (de moment magnètic M) dins d'un camp d'intensitat H . La mesura del seu període d'oscil·lació permetia el càlcul del producte $M \cdot H = Kp^2/T$. Com que es requeria la precisió de mil·lèsimes de segons, impossible d'aconseguir en l'observació d'una oscil·lació, calia observar el temps emprat en efectuar 100 oscil·lacions complertes. Això feia que el temps de mesura fóra molt llarg.

b2) La segona observació permetia calcular la relació M/H . S'obtenia a partir de la desviació angular, a , de l'imant auxiliar de la seva posició original (en el meridià magnètic) respecte de l'imant principal col·locat a una certa distància, R , d'aquell (normalment 30 cm) en la direcció perpendicular al meridià magnètic. $M/H = R^3 \operatorname{tg}(a)/2$. Per evitar errors d'excentricitat, es feien quatre observacions amb diferents posicions de l'imant desviador per a cada distància.

A partir de les dues observacions era possible obtenir el valor de M i de H .

Al començament, a l'Ebre es va utilitzar el magnetòmetre DOVER (construït a l'Observatori de Kew, Anglaterra) que fou aquest reemplaçat l'any 1960 pel magnetòmetre RUSKA (construït a Houston, USA).

1.2. L'inductor terrestre

Era un instrument que mesurava la inclinació del camp. Consistia en una bobina circular en circuit tancat que podia ser rotada sobre el seu eix diametral. Les espirals de la bobina mitjançant col·lectors i fils es portaven a un galvanòmetre molt sensible. En girar la bobina, aquesta creuava les línies de força del camp magnètic de la Terra i es produïa un corrent induït, més o menys intens, en tant que l'eix al voltant del qual girava no estava alineat segons la direcció del camp magnètic. Quan no es detectava cap corrent l'eix de gir coincidia amb la inclinació magnètica i es podia fer la lectura en el cercle vertical de l'aparell.

A l'Ebre es va usar l'inductor terrestre SCHULZ (construït a l'Observatori Real de Postdam (Alemanya) segons disseny de Weber) fins que l'any 1960 va ser substituït per l'inductor ASKANIA –construït a Berlin (Alemanya)– ja que aquest era més compacte i fiable.

1.3. El QHM

Era un instrument quasi-absolut dissenyat pel Sr. LaCour que permetia obtenir la força horitzontal del camp magnètic. El QHM era un instrument compacte a mode de tub que contenia un imant petit amb un espillet, tot dos suspesos d'una fibra de quars, i muntats sobre un teodolit no magnètic. La fibra portava un sistema de fixació. El principi de mesura, com a tots els magnetòmetres de torsió, es basava en obtenir, en condicions d'equilibri, la igualtat entre el parell produït pel moment magnètic i el degut a la torsió de la fibra, essent l'angle proporcional a la intensitat del camp. Per evitar els errors de colimació (diferència entre la direcció de l'imant i les lectures del teodolit), es feien lectures en els dos sentits (torsió a dretes i torsió a esquerres).

Els QHM, en estar basats en imants de gran qualitat, mantenien una estabilitat que permetia una determinació fiable de la intensitat dins de períodes majors d'un any. Un programa internacional de calibracions periòdiques permetia recalculer les constants mantenint unes precisions òptimes.

1.4. El BMZ

Era un instrument quasi-absolut que fou dissenyat per mesurar la força vertical. Com tots els magnetòmetres de balança tenia un imant indicador de zero (un imant que col·locat horitzontalment en el meridià magnètic podia pivotar sobre el seu punt mig en el pla vertical). A més constava de dos imants auxiliars que compensaven el camp vertical. Un dels imants compensadors estava en posició vertical i compensava la major part del camp. L'altre podia rotar i portar l'imant indicador a zero. La mesura del camp era l'angle de rotació d'aquest darrer imant auxiliar que era necessària per portar a zero l'imant indicador.

La sensibilitat a la temperatura de l'imant superior de compensació i la dificultat en la nivellació mecànica (sobre un pivot) de l'imant indicador de zero els va relegar a un segon pla amb l'adveniment dels Magnetòmetres de Precessió de Protons.

Tant el BMZ com el QHM i els variòmetres La Cour van ser dissenyats i construïts a l'Institut Meteorològic Danès a Copenhaguen (Dinamarca) i van arribar a l'Ebre l'any 1950.

2. Magnetòmetres de variacions

Els variòmetres clàssic tipus Mascart foren dissenyats per mesurar (i enregistrar) contínuament les variacions del camp magnètic. Bàsicament s'enregistraven els elements següents: D (declinació magnètica), H (força horitzontal) i Z (força vertical).

La declinació s'enregistrava amb un aparell anomenat unifilar magnètic que constava essencialment d'un imant suspès d'un fil finíssim sense torsió i que oscil·lava en el pla horitzontal, segons els canvis de la declinació magnètica, mantenint-se sempre en el pla del meridià magnètic.

El component horitzontal, o intensitat de la força magnètica en el sentit horitzontal, s'enregistrava amb el bifilar magnètic o de Gauss, anomenat així perquè constava d'un imant

suspès de dos fils prims, un poc separats entre si, que formaven un par de torsió i obligaven a l'imant, per la força d'aquest par, a col·locar-se en un pla pròximament perpendicular al meridià magnètic, i així els canvis en la intensitat magnètica en el sentit horitzontal determinaven una desviació major o menor en l'agulla respecte de l'ordinària segons l'amplitud d'aquests canvis.

El component vertical, o intensitat de la força magnètica en el sentit vertical, s'enregistrava amb la balança magnètica de Lloyd en la qual no hi havia suspensió, sinó que l'imant se sostenia sobre un tallant. Una agulla magnètica en forma de balança, col·locada en el pla meridià magnètic i que naturalment s'inclinaria orientada pel camp terrestre, era mantinguda en posició horitzontal per un contrapès; les variacions d'intensitat magnètica en el sentit vertical es traduïen en oscil·lacions d'aquesta balança respecte de la seva posició ordinària d'equilibri.

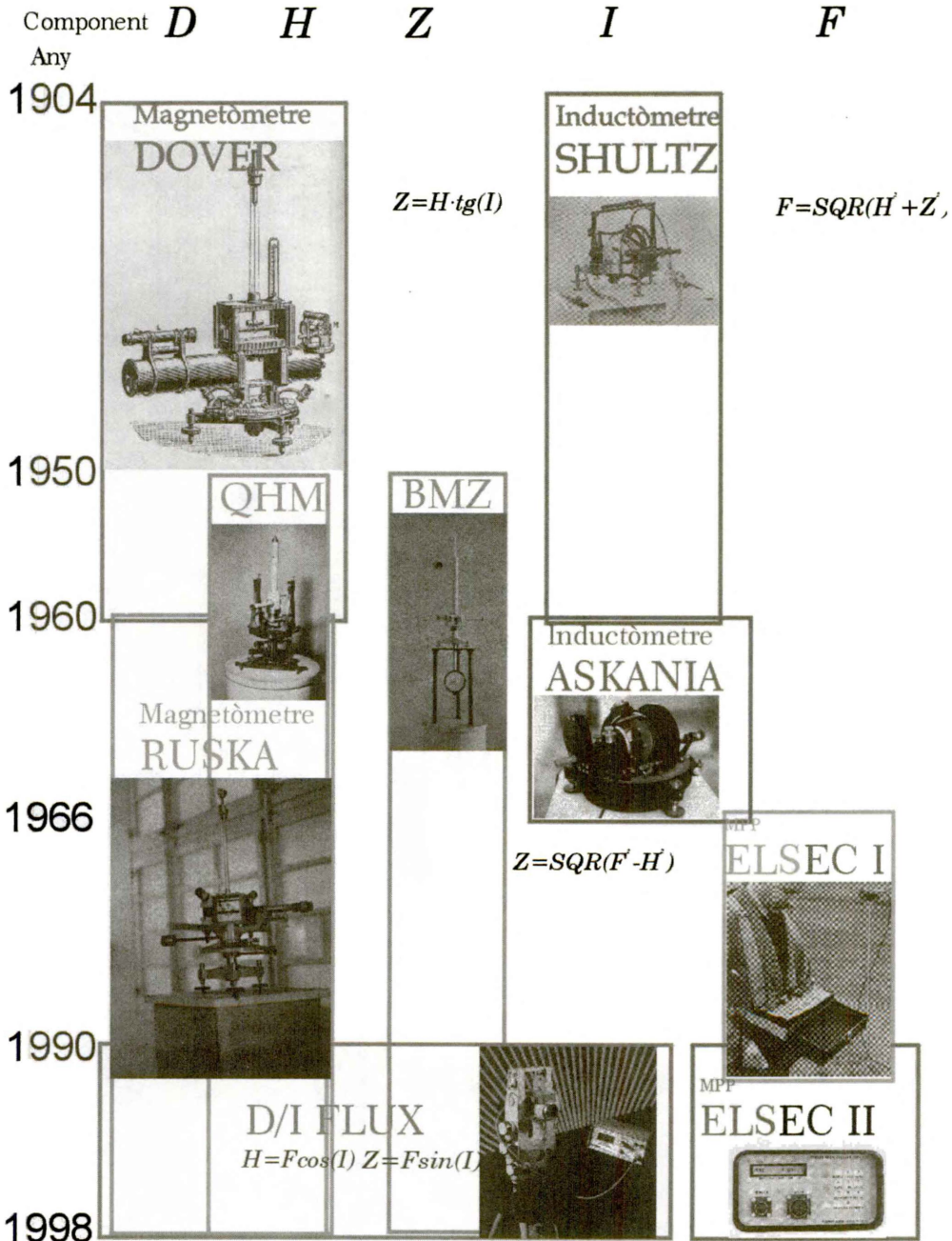
El sistema d'enregistrament clàssic fou sobre paper fotogràfic. Unit a cada imant hi havia un espillet que servia per enregistrar el moviment de l'imant. Es col·locava una font de llum a la distància focal de les lents del variòmetre. El feix de llum anava de la làmpada a l'espillet de l'imant a través de les lents. Llavors es reflectia i tornava a través de les mateixes lents fins arribar a una lent cilíndrica i es focalitzava sobre un tambor rotatori on es formava un puntet lluminós molt fi. El tambor es recobria amb paper fotogràfic de manera que el punt lluminós dibuixava el magnetograma sobre el paper que es movia. Un altre feix lluminós es reflectia a partir d'un espillet fix i dibuixava una línia recta sobre el paper fotogràfic que produïa una línia de base del magnetograma. Això es feia per a tots tres components, i enregistra-va alhora sobre el mateix paper.

A l'Ebre, els magnetògrafs originaris foren els Mascart (fabricats a París), que van ser substituïts pels LaCour (fabricats a l'Institut Meteorològic danès) l'any 1954.

Bibliografia

- CARDÚS, J. O. (1983), «El Observatorio del Ebro», a: CARDÚS, J. O. (ed.): *Contribuciones científicas para la conmemorar el 75 aniversario del Observatorio del Ebro*, Memoria núm. 14. Roquetes, Publicaciones del Observatorio del Ebro, 9-19.
- PUIG, I. (1927), *El Observatorio del Ebro: Idea general sobre el mismo*. Tortosa, Imprenta Moderna de Algueró y Baiges.

MAGNETÒMETRES D'ABSOLUTES

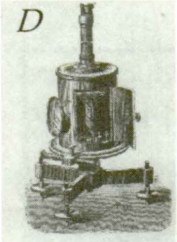


MAGNETOMETRES DE VARIACIONS

1904

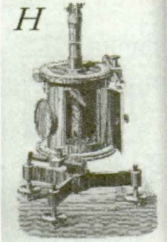
MASCART

D



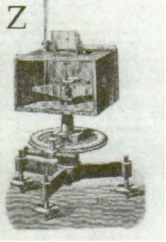
Unifilar

H



Bifilar

Z




Balança

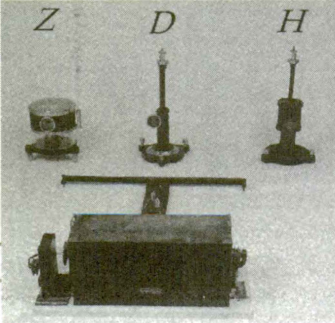
1954

LA COUR

SELZER
X, Y



Z *D* *H*



1965

1971

1979

1983

X, Y, Z AMOS

1992

1993

X, Y, Z



GEOMAG

$D = \text{tg}^{-1}(Y/X)$
 $H = \text{SQR}(X^2 + Y^2)$

ARGO

X, Y, Z
DD, DI



1998