

**Publicaciones del Observatori de l'Ebre
Miscelánea 41**

**OBSERVATORIO GEOMAGNÉTICO DE LA ISLA LIVINGSTON
BOLETÍN 1997 Y CAMPAÑA 1997-1998**

***LIVINGSTON ISLAND GEOMAGNETIC OBSERVATORY
1997 AND 1997-1998 SURVEY BULLETIN***

Por - by

**J.M. Torta^{1,2}, L. Gaya-Piqué¹, D. Altadill¹, J.J. Curto¹, E. Sanclement¹,
J.G. Solé¹, E.M. Apostolov^{1,3}, L.F. Alberca¹, A. García²**

¹Observatori de l'Ebre. Centro Asociado del CSIC e Instituto Universitario de la URL. Roquetes (Tarragona).

²Departamento de Volcanología. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid.

³Institute of Geophysics. Bulgarian Academy of Sciences. Sofia.

OBSERVATORI DE L'EBRE
Roquetes
1998

1. INTRODUCCIÓN

En este Boletín se presentan las observaciones magnéticas registradas en el Observatorio Geomagnético de la Isla Livingston durante 1997, incluyendo la Campaña Antártica 1997-1998 (es decir, extendiéndolas hasta el 25 de Febrero de 1998). Su instalación y operación se enmarcan en el Proyecto ANT95-0994-C03 del Programa Nacional de Investigación en la Antártida. Con este propósito, durante la campaña 1995-1996 se procedió al montaje de las casetas que en la actualidad albergan la estación magnética, en la Base Antártica Española (BAE) Juan Carlos I de la Isla Livingston (Islas Shetland del Sur) y, paralelamente, a la verificación de la estación magnética así como de los equipos de medida absoluta del campo geomagnético, en el Observatorio del Ebro.

Durante la campaña 1996-1997 se instaló el variómetro, del que se tienen registros desde el 7 de Diciembre de 1996, y se procedió a la realización de medidas absolutas.

En el primer Boletín (TORTA *et al.*, 1997a) se resumían las medidas realizadas desde esa fecha hasta el 25 de febrero de 1997, día en que el personal científico y técnico abandonó la BAE (ésta sólo permanece ocupada durante el verano Austral). El Observatorio, sin embargo, se dejó en registro continuo automático durante el invierno, habiéndose podido recuperar sus datos al inicio de la campaña siguiente (el 3 de Diciembre de 1997).

Los datos que se presentan a continuación pueden obtenerse dirigiéndose a:

Observatori de l'Ebre
Datos Antárticos
43520 Roquetes (Tarragona)

Tel.: 977 50 05 11
Fax: 977 50 46 60
e-mail: ebre.jmtorta@readyssoft.es
ebre.esancla@readyssoft.es

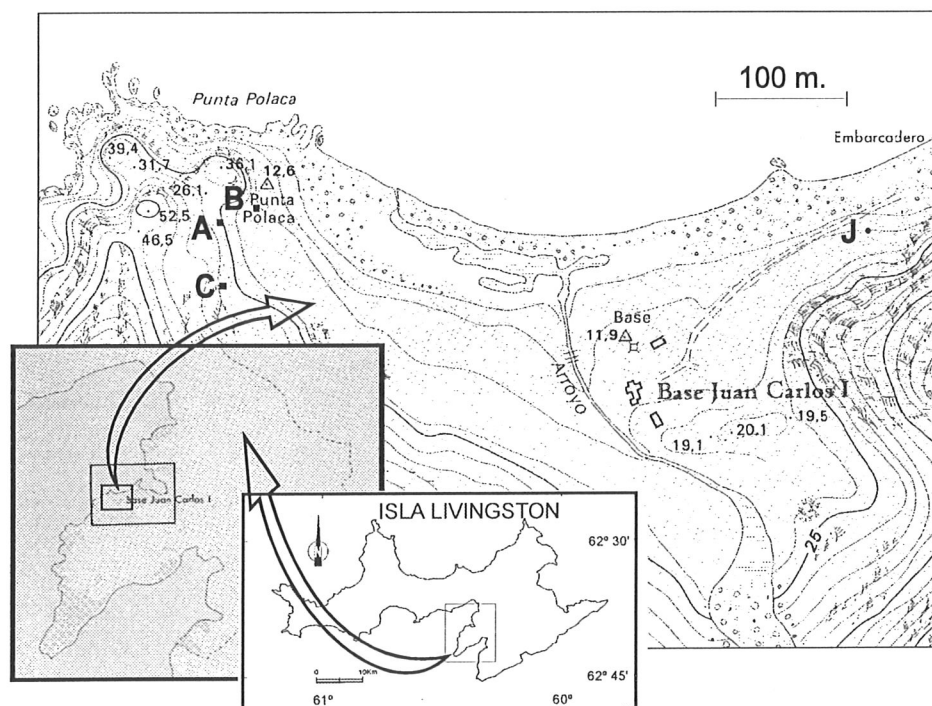


Fig. 1. Situación geográfica del observatorio geomagnético. Las casetas A, B y C están destinadas a la electrónica, a los instrumentos para la realización de medidas absolutas y al magnetómetro vector, respectivamente. J es el jalón de referencia para la determinación de D. Las dimensiones de los cuatro nuevos elementos en el mapa no están a escala. Adaptado de SERVICIO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO (1991).

Fig. 1. Geographical location of the geomagnetic observatory. The A, B and C Huts hold the electronics, the absolute instruments and the vector magnetometer, respectively. J is the fixed mark for the determination of D. The dimensions of the four new elements on the map are not at scale. Adapted from SERVICIO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO (1991).

1. INTRODUCTION

In this Bulletin we give details of the magnetic observations recorded at the Livingston Island Geomagnetic Observatory during 1997, including the 1997-1998 Austral summer survey (i.e., extending them until February 25, 1998). Both its installation and operation are on behalf of the National Program for Antarctic Research Project ANT95-0994-C03. In order that this objective could be achieved, during the 1995-1996 survey, the magnetic observatory instrument accommodation was deployed at the Spanish Antarctic Station, Juan Carlos I (Livingston Island in the South Shetland Island group). In parallel with this work both the variometer station and the absolute observing instruments were tested and calibrated at Ebro Geomagnetic Observatory, Roquetes, Tarragona, Spain.

Both the variometer, deployed in a set of $\delta D/\delta I$ coils and the absolute instruments were installed during December 1996, with continuous recording and the absolute observing program beginning on December 7, 1996.

In the first Bulletin (TORTA et al., 1997a) the measurements made between December 7, 1996 and February 25, 1997 were summarized. As this site is only manned during the Austral summer all scientific staff departed on 25 February but the magnetometers were left recording and we retrieved the data recorded throughout the winter at the beginning of the next survey season in December 3, 1997.

Any enquiries regarding the data should be made to:

Observatori de l'Ebre
Antarctic Data
43520 Roquetes (Tarragona)
SPAIN

Tel.: 34 977 50 05 11
Fax: 34 977 50 46 60
e-mail: ebre.jmtorta@readysoft.es
ebre.esancla@readysoft.es



Fig. 2. Instalaciones de la Base Antártica Española Juan Carlos I (en la esquina inferior derecha) y del Observatorio Geomagnético (en la esquina superior izquierda). Fotografía de A. Ugalde.

Fig. 2. Spanish Antarctic Station Juan Carlos I (at the bottom right corner) and the geomagnetic observatory (at the top left corner) settlements. Photo A. Ugalde.

2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La instalación del observatorio requirió la edificación de tres casetas térmicamente aisladas y construidas con materiales amagnéticos. La zona de emplazamiento de la estación magnética fue definida después de un estudio realizado por el *Instituto Geográfico Nacional* (CASAS *et al.*, 1992) durante la campaña 1990-1991. Los resultados del levantamiento magnético efectuado mostraron que el lugar más apropiado es la zona de Punta Polaca, situada al Oeste de las instalaciones de la BAE y a unos 350 m de distancia de ellas aproximadamente (ver figuras 1 y 2). Asimismo, el lugar se encuentra suficientemente alejado del conjunto de instalaciones de la BAE para que no existan riesgos de contaminación de los registros magnéticos debido a la influencia de la Base o a efectos antropogénicos. De las tres casetas, una aloja los sensores de un magnetómetro vector, otra contiene la electrónica, y el sistema de control y adquisición de datos y la tercera alberga el magnetómetro para las medidas absolutas.

Las casetas se situaron en una disposición triangular, con distancias entre ellas de 30, 50 y 65 m para evitar influencias mutuas perturbadoras de los instrumentos que albergan. Otros requerimientos de la instalación venían determinados por la necesidad de la cimentación conveniente de los pilares que soportan los instrumentos, y la determinación de las coordenadas del pilar donde se realizan las medidas absolutas así como del acimut del jalón de referencia para la obtención de la declinación. Para ello las casetas se montaron sobre zonas donde aflora la roca madre; y la que se utiliza para medidas absolutas, se orientó de tal manera que desde su pilar pueden verse tres vértices geodésicos.

Las coordenadas del pilar fundamental son las siguientes:

Latitud Geográfica	62° 39' 44" S
Longitud Geográfica	60° 23' 41" W
Latitud Geomagnética (IGRF 95)	52° 6' 15" S
Longitud Geomagnética (IGRF 95)	8° 12' 40" E
Altitud s.n.m.	19.4 m

A 460m en dirección Este del pilar fundamental se clavó un jalón como marca de referencia para la determinación de la declinación. El acimut determinado entre la línea pilar-jalón y el Norte Geográfico es 90° 52' 3.66".

3. INSTRUMENTOS Y OPERACIÓN

3.1. MAGNETÓMETRO VECTOR

El instrumento principal de la estación magnética automática está constituido por un magnetómetro de protones que mide la intensidad total del campo (F). El sensor de este magnetómetro está montado en el centro de dos conjuntos de bobinas de Helmholtz mutuamente perpendiculares orientados respectivamente según las direcciones dadas por la declinación e inclinación locales. Al aplicar corriente a esas bobinas y medir la magnitud de los vectores resultantes, pueden obtenerse los cambios en la declinación, D , y la inclinación, I ; el sistema se conoce como configuración $\delta D/\delta I$. La estación fue desarrollada por el *Geomagnetism Group* del British Geological Survey (BGS) en Edimburgo. Los detalles técnicos de la misma pueden encontrarse en RIDDICK *et al.* (1995), y una descripción resumida de su fundamento y operación en TORTA *et al.* (1997b).

Un PC compatible en la caseta A comunica con el magnetómetro para controlar la adquisición de datos y la conmutación de corriente en las bobinas a través de las interfases serie y paralelo estándares. Dicha caseta aloja asimismo la electrónica que permite suministrar corriente estable a las bobinas $\delta D/\delta I$. La sincronización de tiempo viene efectuada por un receptor GPS.

3.2. MEDIDAS ABSOLUTAS

Para la realización de medidas absolutas se ha utilizado un *DI-flux* ELSEC 810A, que consta de un magnetómetro de núcleo saturado o fluxgate cuyo sensor viene montado en un teodolito amagnético Zeiss 015B. La electrónica se encuentra en la misma caseta.

El procedimiento de observación está basado en la determinación de campo nulo para la obtención de D e I . Para eliminar los errores de colimación entre el sensor y el eje óptico del teodolito, así como los debidos al "offset"

2. POSITION

The installation of the observatory required the erection of three thermally isolated huts which had been prefabricated using non-magnetic materials. The location of the observatory was determined using the results of a study made by the Instituto Geográfico Nacional (CASAS et al., 1992) during the 1990-1991 field season. The results of this magnetic survey showed that the most appropriate site to be around the area named as Punta Polaca, located to the west of the Station settlement and at approximately 350 m from the main base (see Figures 1 and 2). Located at this position, the site is far enough from the settlement to avoid man-made disturbances. One hut houses the proton magnetometer and $\delta D/\delta I$ coils, the second contains the control electronics and the data acquisition system, and the third accommodated the D/I fluxgate theodolite for the absolute observations.

The huts were built in a triangular layout, with distances between them of 30, 50 and 65 m to avoid interaction between the instruments operating in each hut. Other requirements dictated the need for solid foundations for the pillars on which the instruments would be placed, the measurement of the coordinates of the pillar for absolute observations, and the construction and survey of the azimuth mark used in declination measurements. To fulfil these specifications the huts were built over bedrock outcrops; and the absolute hut is oriented in such a manner that three geodetically surveyed positions can be seen from the D/I observing pillar.

The coordinates of the absolute pillar are:

Geographic latitude	62° 39' 44" S
Geographic longitude	60° 23' 41" W
Geomagnetic latitude (IGRF 95)	52° 6' 15" S
Geomagnetic longitude (IGRF 95)	8° 12' 40" E
Height above msl	19.4 m

At a position 460 m to the west of the absolute pillar a fixed mark was constructed which is used as the reference mark in the determination of declination. The angle between the D/I pillar the azimuth mark and the geographic north (the azimuth of the mark) is 90° 52' 3.66".

3. INSTRUMENTS AND OPERATION

3.1. VECTOR MAGNETOMETER

The main instrument in the automatic magnetic observatory is a proton magnetometer used to measure total field intensity (F). This magnetometer is deployed at the centre of a pair of dual axis Helmholtz coils which are deployed parallel to the directions given by the local declination and inclination. By applying bias currents through these coils and measuring the resultant vectors, changes in declination, D , and inclination, I may be obtained; this is known as the $\delta D/\delta I$ configuration. The equipment was developed by the Geomagnetism Group of the British Geological Survey (BGS) in Edinburgh. Its technical details are described by RIDDICK et al. (1995), and a summarized description of its principles and operation by TORTA et al. (1997b).

An IBM compatible PC in Hut A communicates with the magnetometer to control the data acquisition and bias coil switching using the standard PC serial and parallel interfaces. This hut also accommodates the electronics which generate stable currents to the $\delta D/\delta I$ bias coils. Time synchronisation is provided by a GPS receiver.

3.2. ABSOLUTE OBSERVATIONS

For the absolute measurements of declination and inclination an ELSEC 810A D/I-fluxgate theodolite is used. It comprises a single axis fluxgate magnetometer sensor element mounted on a Zeiss 015B non-magnetic theodolite with the electronics package placed in the same hut.

The D/I observation procedure is based on the null-field technique to measure D and I . To remove the errors due to the misalignment of the magnetic axis of the fluxgate and the optical axis of the theodolite, as well as those due to the zero-field offset generated by the control electronics, the observations are made in four positions for each element (see, e.g., JANKOWSKI & SUCKSDORFF, 1996 or TORTA et al., 1997b).

de campo nulo generados por la electrónica, se realizan observaciones en las cuatro posiciones posibles para cada elemento (ver, p.e., JANKOWSKI Y SUCKSDORFF, 1996 o TORTA *et al.*, 1997b).

Para la determinación contemporánea de la intensidad total (F), que se usa en conjunción con la inclinación (I) medida para calcular las intensidades horizontal (H) y vertical (Z), se extraen los valores correspondientes de la secuencia de medidas del magnetómetro vector cuando éste mide con las bobinas sin polarizar. Para su reducción a la posición del pilar fundamental se han efectuado medidas alrededor del mismo con un magnetómetro de precesión de protones ELSEC 820A, mientras que la F en la estación automática se obtiene con el magnetómetro Overhauser GEOMAG SM90R. Esas medidas han proporcionado una diferencia promedio de 2.9 nT ($F_{\text{magnetómetro vector}} - F_{\text{pilar fundamental}}$). Durante la campaña anterior, sin embargo, ésta fue de 1.6 nT.

4. PROCESO DE LOS DATOS

El proceso de datos preliminar, realizado en las instalaciones de la BAE, incluía la detección y eventual eliminación de valores espúreos, la visualización gráfica conjunta del registro diario de las lecturas del magnetómetro vector para la detección de posibles derivas en la fuente de corriente, y la visualización de los magnetogramas, con la adopción de líneas de base preliminares.

Tras la compilación de la serie de medidas absolutas, se ha procedido a la determinación de las líneas de base definitivas según el siguiente procedimiento:

Para cada elemento D , H y Z se han abstraído de los valores de las medidas absolutas los valores correspondientes del magnetómetro vector (diferencias o líneas de base observadas). Sobre esta serie de diferencias se ha realizado un análisis que finaliza con la obtención de las líneas de base (diferencias adoptadas). Este proceso incluye un análisis de la dispersión local y global de la serie, el descarte de los valores con diferencias superiores a un umbral, un suavizado por medio de un promedio corrido, y una interpolación por "splines". Las diferencias observadas y las correspondientes líneas de base adoptadas se ilustran en la fig. 3. Tras añadir estas últimas a las medidas del magnetómetro vector (y así trasladarlas a las referencias absolutas) se han producido los valores minuto definitivos para cada elemento. De estos valores se obtienen fácilmente los magnetogramas y las tablas de medias mensuales que se presentan a continuación.

Teniendo en cuenta la conducta manifestada durante las dos campañas en las que se han realizado medidas absolutas, las líneas de base que se han adoptado para el periodo entre ambas obedecen a funciones polinómicas con pendientes que pasan linealmente de las observadas globalmente durante la primera campaña a las observadas durante la segunda (fig. 4).

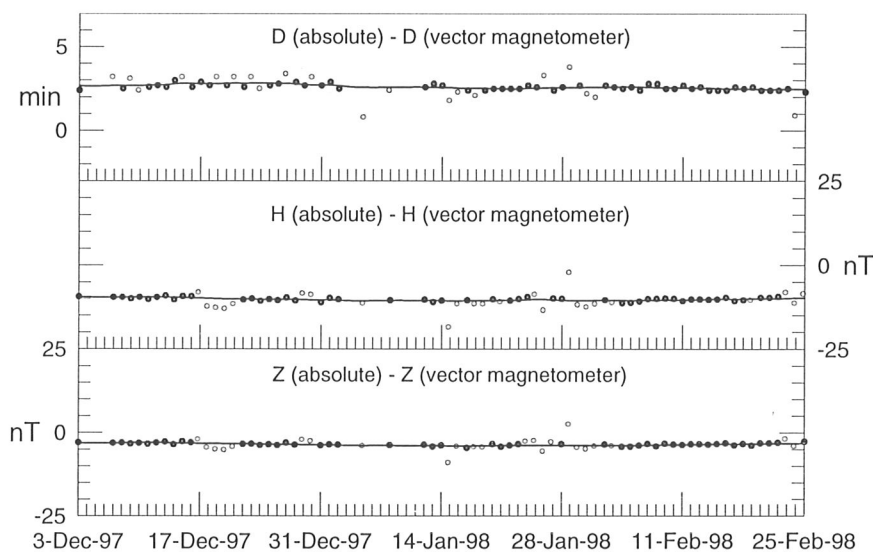


Fig. 3. Diferencias observadas (círculos) y líneas de base adoptadas (líneas continuas) para los tres elementos D , H , y Z . Los círculos en trazo fino corresponden a las diferencias descartadas antes de la adopción de la línea de base.

Fig. 3. Observed differences (circles) and adopted base-lines (lines) for the three elements D , H , Z . Thin circles correspond to differences removed before the adoption of the baseline.

The total field intensity (F) values used in conjunction with the measured inclination (I), to calculate the horizontal (H) and vertical (Z) intensities, is obtained from the vector magnetometer, when it measures without polarizing the coils. F measured at the $\delta D/\delta I$ site is corrected for the site difference between the two positions before using it in the reduction of the observations. This correction was obtained by making simultaneous measurements of F at the D/I pillar using an Elsec 820A proton magnetometer and F at the automatic observatory using the GEOMAG SM90R Overhauser magnetometer. These measurements gave a mean difference of 2.9 nT ($F_{\text{vector magnetometer}} - F_{\text{absolute pillar}}$). During the previous survey, however, this was of 1.6 nT.

4. DATA PROCESSING

The preliminary data processing, done at the Antarctic Station, included the detection and eventual elimination of any spikes in the data, the graphical inspection of all vector magnetometer daily records to detect any drift in the current supply unit, the examination of the magnetograms, and the adoption of preliminary baselines.

After the absolute measurements had been reduced, the following procedure was adopted to allocate definitive baselines:

For each element D , H and Z , the corresponding vector magnetometer values were subtracted from the absolute measurements (observed differences or observed baselines). To this series of differences a sequential analysis was applied towards the determination of the adopted differences or adopted baselines. This process included an analysis of both the local and global dispersion of the series, the removal of the values with differences higher than a given threshold, a smoothing by means of a running average, and an interpolation by splines. The observed differences and the corresponding adopted baselines are plotted in Figure 3. By adding the latter to the vector magnetometer values (and thus translating the vector data to the absolute references) the definitive minute values for each element were produced. From these values the magnetograms and the tables of monthly means which are presented following were obtained.

Taking into account the behaviour exhibited during the two surveys in which absolute measurements were made, the baselines adopted for the period in between are polynomial functions with slopes lineally passing from those observed overall during the first survey to those observed during the second (Figure 4).

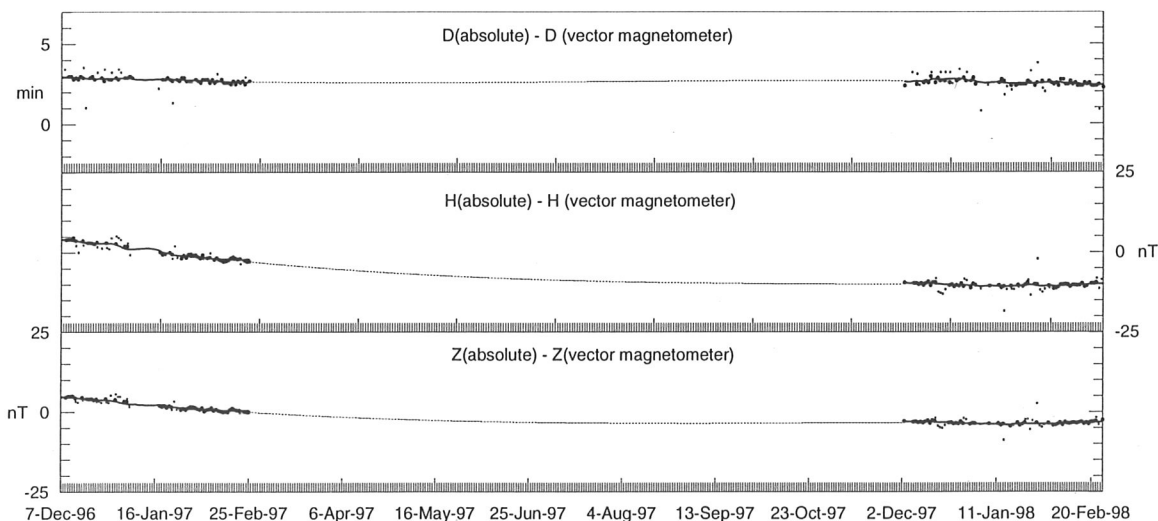


Fig. 4. Equivalente a la Fig. 3 para el periodo completo de registro.

Fig. 4. As Figure 3 but for the complete recording period.

5. PRESENTACIÓN DE LOS DATOS

Los datos que se presentan a continuación son:

- i) Índices K, calculados automáticamente mediante el método FMI, según una modificación del programa original (en lenguaje C) creado por P. McFadden (AGSO). Q y D indican los cinco días Internacionales de Calma y Perturbados de cada mes, respectivamente.
- ii) Tabla resumen con las medias mensuales y anual de los elementos magnéticos.
- iii) Magnetogramas diarios de la declinación (*D*), intensidad horizontal (*H*) e intensidad vertical (*Z*), mostrados secuencialmente y por meses.
- iv) Magnetogramas diarios de la intensidad total (*F*), mostrados secuencialmente y por meses.

Puesto que las líneas de base adoptadas en la fig. 4 para el periodo sin medidas absolutas podrían diferir de las reales, damos a continuación una tabla con las medias correspondientes únicamente a los periodos con referencias absolutas. Corresponden básicamente a las medias sobre los meses de Diciembre, Enero y Febrero de la tabla ii).

Año	D	H	Z	X	Y	I	F
1997.0	14°55.7'	20554	-30065	19860	5295	-55°38.5'	36419
1998.0	14°54.8'	20504	-29995	19814	5277	-55°38.6'	36334

Agradecimientos. Estos resultados forman parte del Proyecto Coordinado ANT95-0994-C03 de la CICYT. Los autores desean expresar su más sincero agradecimiento al personal técnico y científico de la BAE durante las tres últimas Campañas, en especial a Arantza Ugalde, Carlos Fernández de Gamboa e Isabel Blanco, por el montaje de las casetas del Observatorio y la ayuda facilitada en el proceso de instalación del mismo, así como al Servicio Geográfico del Ejército por la determinación de posiciones y acimuts. El apoyo técnico recibido por parte del *Global Seismology and Geomagnetism Group* del *British Geological Survey*, especialmente por parte de John C. Riddick y Christopher W. Turbitt, ha resultado ser también fundamental.

REFERENCIAS

- CASAS, B., AVALOS, J.A., MARÍN, V., MERINO, J. Y SOCÍAS, I., Levantamiento magnético en la isla Livingston, islas Shetland del Sur. *Geología de la Antártida Occidental*. J. LÓPEZ-MARTÍNEZ (Ed.). 241-250. Simposios T 3. III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología. Salamanca, 1992.
- JANKOWSKI, J. Y SUCKSDORFF, C., *Guide for magnetic measurements and observatory practice*. IAGA. Boulder, Colorado, 1996.
- RIDDICK, J.C., TURBITT, C.W. Y McDONALD, J., The BGS Proton Magnetometer ($\delta D/\delta I$) Observatory Mark II System, Installation Guide and Technical Manual, *British Geological Survey Technical report, WM/95/32*. BGS Geomagnetism Series. Edinburgh, 1995.
- SERVICIO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO, Base Antártica Española. Isla Livingston. *Cartografía de la Antártida*. Mapa especial, E. 1:5.000, 1991.
- TORTA, J.M., SOLÉ, J.G., CURTO, J.J., SANCLEMENT, E., BLANCO, I., ALTADILL, D., ALBERCA, L.F. Y GARCÍA, A., *Observatorio Geomagnético de la Isla Livingston. Boletín Campaña 1996-1997*. Observatori de l'Ebre. Roquetes, Tarragona, 1997a.
- TORTA, J.M., SOLÉ, J.G., ALTADILL, D., UGALDE, A., CURTO, J.J., SANCLEMENT, E., ALBERCA, L.F. Y GARCÍA, A., Estación magnética en la Base Antártica Española Juan Carlos I. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 93, 113-121, 1997b.

5. PRESENTATION OF DATA

The data presented following in this bulletin are:

- i) Computer-produced *K* indices by means of the FMI method, according to a modification of the original C-language program created by P. McFadden (AGSO). *Q* and *D* refer to the five International Quiet and Disturbed days in each month, respectively.
- ii) Table with a summary of the monthly and annual means of the magnetic elements.
- iii) Month-at-a-glance daily magnetograms of declination (*D*), horizontal intensity (*H*) and vertical intensity (*Z*).
- iv) Month-at-a-glance daily magnetograms of total intensity (*F*).

Since the adopted baselines of Figure 4 for the period without absolute measurements might differ from the actual ones, we give following a table with the means corresponding to only the periods with absolute references, basically corresponding to the means over the December, January and February months of the above mentioned table ii).

Year	D	H	Z	X	Y	I	F
1997.0	14°55.7'	20554	-30065	19860	5295	-55°38.5'	36419
1998.0	14°54.8'	20504	-29995	19814	5277	-55°38.6'	36334

Acknowledgments. These results are part of the Coordinated Research Project ANT95-0994-C03, CICYT, Spain. The authors would like to express their deep thanks to the technical and scientific staff at the Spanish Antarctic Station during the last three Surveys, specially to Arantza Ugalde, Carlos Fernández de Gamboa and Isabel Blanco, for the assembling of the Observatory huts and for their help given during the installation programme, and to the Servicio Geográfico del Ejército for the measurement of positions and azimuth bearings. The technical support received from the Global Seismology and Geomagnetism Group of the British Geological Survey, specially from John C. Riddick and Christopher W. Turbitt, has also turned out to be fundamental.

REFERENCES

- CASAS, B., AVALOS, J.A., MARÍN, V., MERINO, J. & SOCÍAS, I., Levantamiento magnético en la isla Livingston, islas Shetland del Sur. *Geología de la Antártida Occidental*. J. LÓPEZ-MARTÍNEZ (Ed.). 241-250. Simposios T 3. III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología. Salamanca, 1992.
- JANKOWSKI, J. & SUCKSDORFF, C., *Guide for magnetic measurements and observatory practice*. IAGA. Boulder, Colorado, 1996.
- RIDDICK, J.C., TURBITT, C.W. & McDONALD, J., *The BGS Proton Magnetometer ($\delta D/\delta I$) Observatory Mark II System, Installation Guide and Technical Manual*, British Geological Survey Technical report, WM/95/32. BGS Geomagnetism Series. Edinburgh, 1995.
- SERVICIO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO, *Base Antártica Española. Isla Livingston. Cartografía de la Antártida. Mapa especial, E. 1:5.000*, 1991.
- TORTA, J.M., SOLÉ, J.G., CURTO, J.J., SANCLEMENT, E., BLANCO, I., ALTADILL, D., ALBERCA, L.F. & GARCÍA, A., *Observatorio Geomagnético de la Isla Livingston. Boletín Campaña 1996-1997*. Observatori de l'Ebre. Roquetes, Tarragona, 1997a.
- TORTA, J.M., SOLÉ, J.G., ALTADILL, D., UGALDE, A., CURTO, J.J., SANCLEMENT, E., ALBERCA, L.F. & GARCÍA, A., *Estación magnética en la Base Antártica Española Juan Carlos I. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 93, 113-121, 1997b.

K INDICES & DAILY K SUMS AT LIVINGSTON ISLAND (K=9 LIMIT: 450 nT) FOR 1997 & JANUARY-FEBRUARY 1998

Date	JAN1997	FEB1997	MAR1997	APR1997	MAY1997	JUN1997	JUL1997
1	2211 1123 13	2111 2211 11	D3222 2331 18	3431 1011 14	D5232 2246 26	3111 1121 11	Q2100 0010 4
2	2112 1212 12	2331 1333 19	2333 2312 19	3332 2121 17	D5332 2113 20	2110 1112 9	3100 1011 7
3	Q2012 1222 12	3212 0112 12	1112 1223 13	3321 0022 13	1222 2222 15	D3342 1122 18	3201 1101 9
4	Q2102 1112 10	Q1112 1111 9	2112 1001 8	4432 1124 21	3321 1112 14	3211 0110 9	2210 0000 5
5	1212 1221 12	1101 2221 10	1111 1343 15	3312 1125 18	3222 1112 14	Q1210 0002 6	0111 1100 5
6	Q1001 1112 7	2322 2122 16	3331 1211 15	3122 2213 16	2001 1101 6	3231 1103 14	0221 0000 5
7	3422 2232 20	Q2111 1122 11	0123 3212 14	4210 1123 14	1210 0002 6	D3422 3221 19	D2333 2223 20
8	3211 2222 15	3224 5432 25	2211 2211 12	1211 1021 9	3111 1102 10	D0122 1223 13	2200 0002 6
9	2121 1121 11	D2222 3355 24	Q1000 0000 1	2210 1113 11	2221 0000 7	D5655 3212 29	D3321 1221 15
10	D3454 3333 28	D3333 1243 22	Q0000 1101 3	3200 1134 14	1231 0001 8	2331 0111 12	1122 1111 10
11	D6523 2132 24	D2333 2334 23	2111 1110 8	D5642 2233 27	3231 1000 10	2200 0001 5	0110 2110 6
12	2232 2222 17	3221 1001 10	D2333 3222 20	3212 1100 10	Q0000 0000 0	2011 1110 7	Q0100 0000 1
13	1221 1212 12	Q1111 1001 6	3132 1122 15	1321 1111 11	Q0000 0000 0	Q1000 0001 2	Q0111 0000 3
14	1111 1112 9	2121 1110 9	2221 0112 11	2210 1100 7	1000 0121 5	Q0000 0000 0	Q0000 0100 1
15	0111 1222 10	0001 2211 7	3112 1111 11	Q1011 0000 3	D3466 5312 30	3321 1000 10	D2223 2222 17
16	Q1111 1001 6	1122 -123 -	3331 1121 15	0001 2235 13	D2311 3215 18	0201 1110 6	2220 0010 7
17	Q0001 1112 6	3243 3132 21	1211 1122 11	D5552 2244 29	4312 1113 16	0220 0000 4	0121 0112 8
18	3322 1212 16	2321 1111 12	3312 1111 13	D5333 2122 21	2211 1113 12	Q0100 0000 1	2432 2101 15
19	1012 2221 11	Q1110 111- -	Q2211 1000 7	4332 3112 19	Q1110 0000 3	2232 1113 15	2221 2111 12
20	2112 2222 14	Q1111 1111 8	Q0210 0011 5	1120 0112 8	2120 0100 6	2111 0100 6	2112 2001 9
21	3122 2222 16	1233 222- -	0123 1111 10	D1112 3234 17	0120 0010 4	Q0011 0000 2	1120 0110 6
22	2221 1212 13	3202 1212 13	3333 2101 16	D6632 1122 23	1000 0111 4	1422 1110 12	0010 1111 5
23	2111 1121 10	3322 --22 -	Q0012 1010 5	2112 1123 13	Q0000 0001 1	1011 1112 8	1110 0002 5
24	2221 1222 14	1223 2002 12	1113 2124 15	5432 1113 20	1012 1122 10	1111 0111 7	D1133 2112 14
25	2211 1122 12	3211 1212 13	3231 2224 19	2210 1112 10	2321 0100 9	1221 1122 12	2211 0110 7
26	D3212 4343 22	3223 3322 20	D2323 2234 21	Q1011 1011 6	0001 2223 10	2211 0011 8	1110 0001 4
27	D2312 1333 18	D3211 2236 20	3101 0221 10	Q0000 0102 3	D5653 1113 25	D2123 3233 19	2121 1111 10
28	D3432 3343 25	D5542 2333 27	D1112 2454 20	Q1000 0000 1	2231 2000 10	3421 1011 13	2020 1010 6
29	3211 2223 16		D3423 2225 23	Q0110 1111 6	Q0110 0000 2	4433 0111 17	Q1210 0000 4
30	3222 3332 20		3433 1113 19	3322 1023 16	2121 1113 12	3100 0001 5	3310 0003 10
31	2211 1122 12		2201 1121 10		3211 1212 13		D4444 1112 21
Mean K sum	14.3	15.0	13.0	13.7	10.5	10.0	8.3
Date	AUG1997	SEP1997	OCT1997	NOV1997	DEC1997	JAN1998	FEB1998
1	2311 1112 12	2210 0101 7	D4345 4432 29	2422 1222 17	1221 2133 15	2132 1221 14	3233 1223 19
2	3310 0021 10	Q2310 1012 10	1210 1103 9	Q1000 0121 5	2112 2222 14	2221 1223 15	2222 1011 11
3	D2122 3323 18	D3222 2245 22	1222 2111 12	1102 1222 11	3222 23-- -	1122 2221 13	1001 3222 11
4	3211 0111 10	D5532 1112 20	3112 2111 12	2332 3333 21	---- -- -	Q1002 1222 10	3332 2110 15
5	Q1110 0000 3	1111 1210 8	Q1100 0101 4	1122 3332 17	D---- -- -	1012 2221 11	0201 2212 10
6	Q2100 0000 3	1332 2112 15	0011 1122 8	D1332 2225 20	---- --23 -	D2322 3433 22	Q1111 1111 8
7	1111 1111 8	Q0001 1111 5	2221 2223 16	D5554 2432 30	1101 -212 -	D4543 3221 24	Q1211 1111 9
8	1211 1102 9	1011 2232 12	1233 3323 20	1221 1322 14	Q0111 0000 3	1123 2325 19	2112 1125 15
9	1121 2223 14	D1333 2234 21	3443 3222 23	2122 2134 17	Q1112 1221 11	3122 2222 16	D3312 3232 19
10	2231 0112 12	D3222 2334 21	D3442 2356 29	3232 2222 18	D1334 3243 23	2212 3322 17	3131 2223 17
11	2421 2111 14	3112 1223 15	5552 0101 19	3312 1211 14	D3222 2331 18	1221 2211 12	D3212 3434 22
12	1111 1113 10	4322 2233 21	1322 1111 12	1011 0111 6	1111 1110 7	1122 1221 12	4212 3222 18
13	D2333 1124 19	3231 1122 15	3213 1110 12	0111 1221 9	Q0010 1111 5	1111 2221 11	3122 1222 15
14	D3552 1112 20	3323 3221 19	0111 1101 6	D2112 2233 16	1111 1221 10	1022 0112 9	1122 1223 14
15	2222 0101 10	4333 2111 18	Q0001 1201 5	2211 1233 15	1002 1111 7	Q1012 1112 9	2101 1011 7
16	3322 0110 12	3320 0111 11	Q0011 1111 6	3232 2213 18	0001 1222 8	1111 2343 16	Q0111 1-11 -
17	2122 1220 12	1221 2224 16	1112 2112 11	3321 1223 17	1011 1123 10	2221 1222 14	D1112 2235 17
18	1111 1110 7	D5442 3223 25	2111 1101 8	3332 4221 20	D2321 1122 14	1122 3212 14	D6543 3433 31
19	Q3300 0000 6	Q1011 0111 6	Q1101 1211 8	1002 1211 8	2211 1222 13	1111 1232 12	1112 1222 12
20	1122 2112 12	2222 2001 11	2231 1111 12	1110 1111 7	1011 1122 9	D2322 2333 20	3112 1124 15
21	3411 1011 12	1222 1244 18	Q2121 0111 9	Q1010 0222 8	3111 1221 12	3232 1112 15	3001 1222 11
22	3311 1111 12	4311 1110 12	2211 1111 10	D3335 6455 34	0012 1222 10	2111 2222 13	1222 2221 14
23	Q2100 0011 5	1111 1112 9	0122 2333 16	D6554 3234 32	2211 1122 12	Q1112 1111 9	2232 2232 18
24	2211 1012 10	2111 1011 8	D2333 5233 24	2321 2222 16	3111 1211 11	0222 1122 12	Q2111 0112 9
25	3110 0000 5	Q0101 1111 6	D5423 2323 24	1111 1211 9	1111 1111 8	3312 2321 17	0111 ---- -
26	Q0000 0000 0	Q0012 1212 9	4311 2334 21	1111 1223 12	2000 1111 6	Q1112 1221 11	
27	1021 0101 6	3233 1222 18	D5343 1233 24	Q0110 3120 8	Q1011 1111 7	2223 2221 16	
28	D3543 1123 22	3332 2111 16	4332 2323 22	Q1110 0121 7	Q0010 1122 7	Q1000 1222 8	
29	D1333 2222 18	3232 0111 13	3232 0122 15	Q1010 1112 7	1211 1112 10	2221 2213 15	
30	1322 1222 15	2321 2222 16	2012 2222 13	1122 2221 13	D3433 2342 24	D3333 3221 20	
31	1101 0000 3		2110 0112 8		2112 1101 9	D2210 1334 16	
Mean K sum	10.6	14.1	14.4	14.9	10.9	14.3	14.7

OCURRENCE DISTRIBUTION OF K INDICES

K index:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-
JAN1997	11	88	106	33	7	2	1	0	0	0	0
FEB1997	14	78	71	44	6	5	1	0	0	0	5
MAR1997	33	95	65	45	8	2	0	0	0	0	0
APR1997	42	82	57	36	12	8	3	0	0	0	0
MAY1997	79	77	54	25	3	6	4	0	0	0	0
JUN1997	71	89	45	25	6	3	1	0	0	0	0
JUL1997	89	86	53	15	5	0	0	0	0	0	0
AUG1997	56	101	55	29	4	3	0	0	0	0	0
SEP1997	23	86	75	41	11	4	0	0	0	0	0
OCT1997	27	92	64	43	13	8	1	0	0	0	0
NOV1997	21	81	81	38	8	9	2	0	0	0	0
DEC1997	27	110	62	20	4	0	0	0	0	0	25
1997 TOTAL	493	1065	788	394	87	50	13	0	0	0	30
JAN1998	11	83	112	35	5	2	0	0	0	0	0
FEB1998	13	73	69	30	6	3	1	0	0	0	5

DECLINATION EAST D=14 DEGREES PLUS TABULAR QUANTITIES (UNITS 0.1 MINUTES)

	1997												1998			
	1996	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MEAN	JAN	FEB**
ALL	555	558	558	556	556	556	553	552	554	556	551	551	548	555	548	548
QUIET	552	552	553	553	555	554	554	552	553	553	553	551	548	553	546	543
DISTURBED	558	566	571	560	558	563	556	554	551	560	551	548	555	559	551	552

HORIZONTAL INTENSITY H=20000 nT PLUS TABULAR QUANTITIES (UNITS nT)

	1997												1998			
	1996	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MEAN	JAN	FEB**
ALL	561	556	543	536	526	523	521	520	514	504	514	505	514	522	504	495
QUIET	561	562	548	543	534	529	525	523	514	512	514	511	517	527	505	501
DISTURBED	559	551	530	529	510	508	513	519	510	493	510	496	509	514	498	489

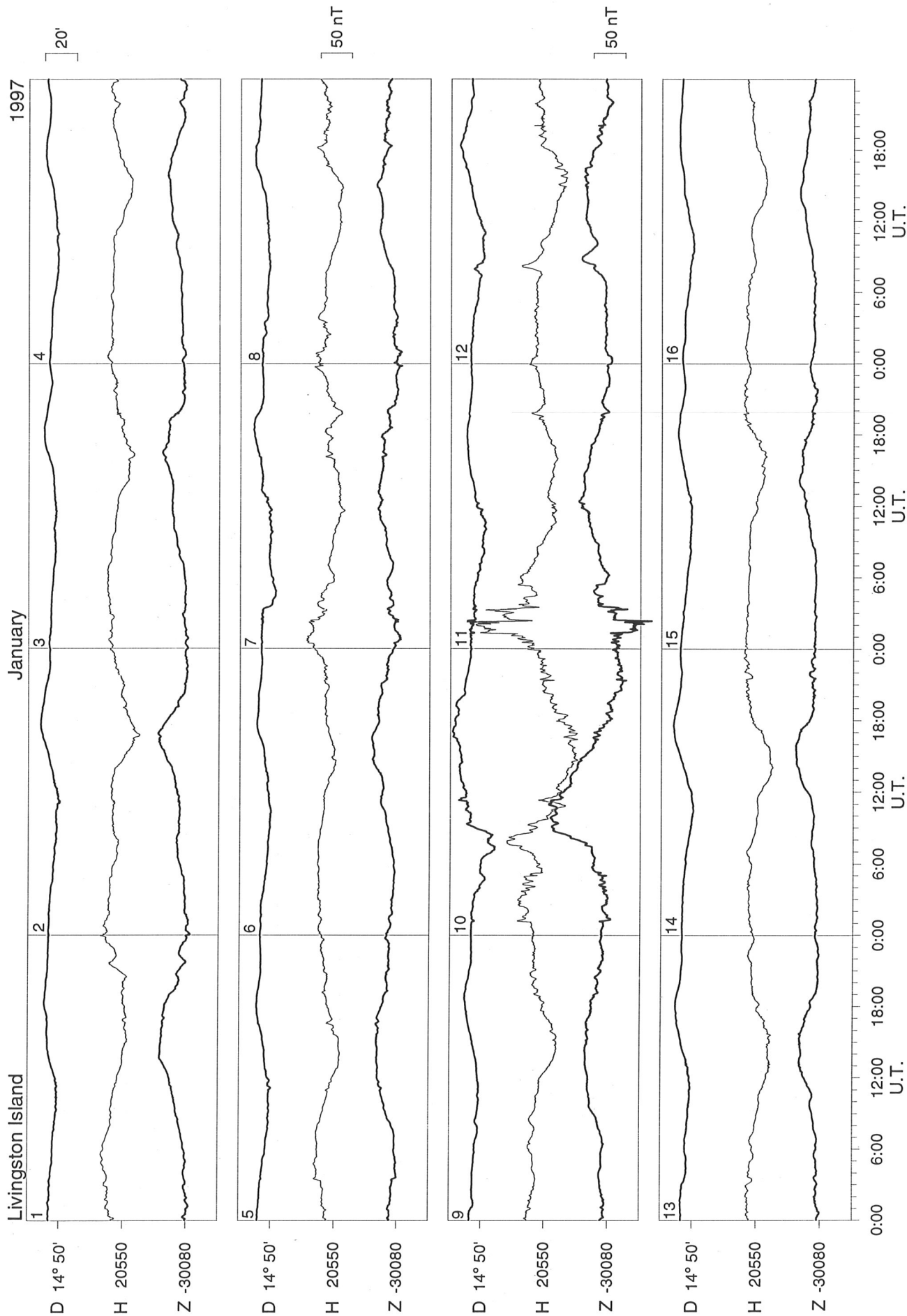
VERTICAL INTENSITY Z=-29500 nT PLUS TABULAR QUANTITIES (UNITS nT)

	1997												1998			
	1996	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MEAN	JAN	FEB**
ALL	-568	-563	-563	-560	-559	-554	-546	-539	-532	-529	-532	-512	-499	-540	-493	-493
QUIET	-568	-562	-563	-559	-557	-547	-538	-538	-534	-527	-534	-509	-498	-539	-491	-490
DISTURBED	-573	-562	-568	-561	-562	-554	-546	-536	-529	-532	-510	-510	-502	-540	-494	-496

TOTAL INTENSITY F=36000 nT PLUS TABULAR QUANTITIES (UNITS nT)

	1997												1998			
	1996	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MEAN	JAN	FEB**
ALL	426	419	412	405	399	392	385	378	369	361	353	348	342	380	332	327
QUIET	426	422	414	408	401	395	388	380	371	364	357	349	343	383	330	327
DISTURBED	429	415	408	402	392	384	381	376	365	358	348	341	342	376	329	325

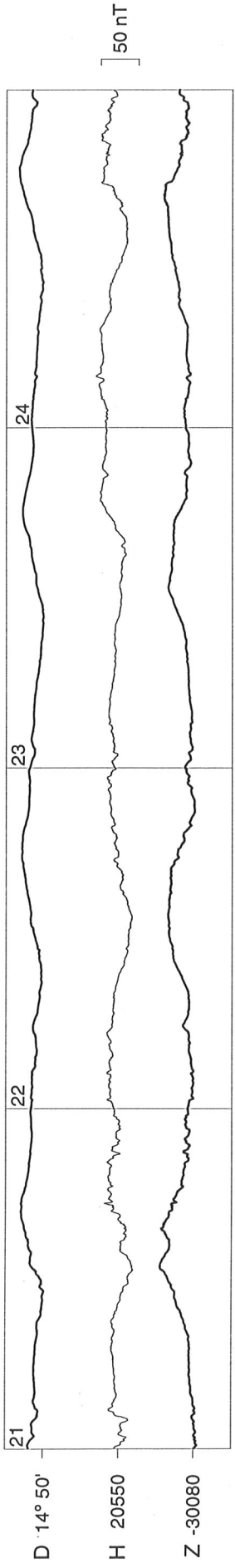
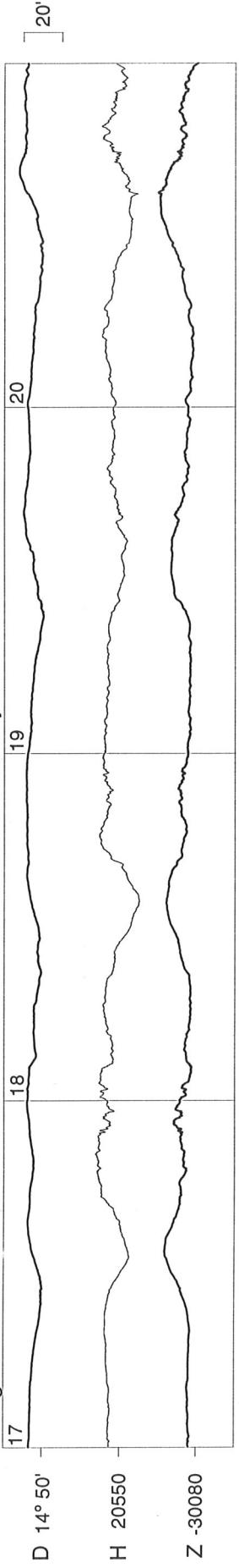
* The monthly mean values for December 1996 are computed since the 9th** The monthly mean values for February 1998 are computed until the 24th



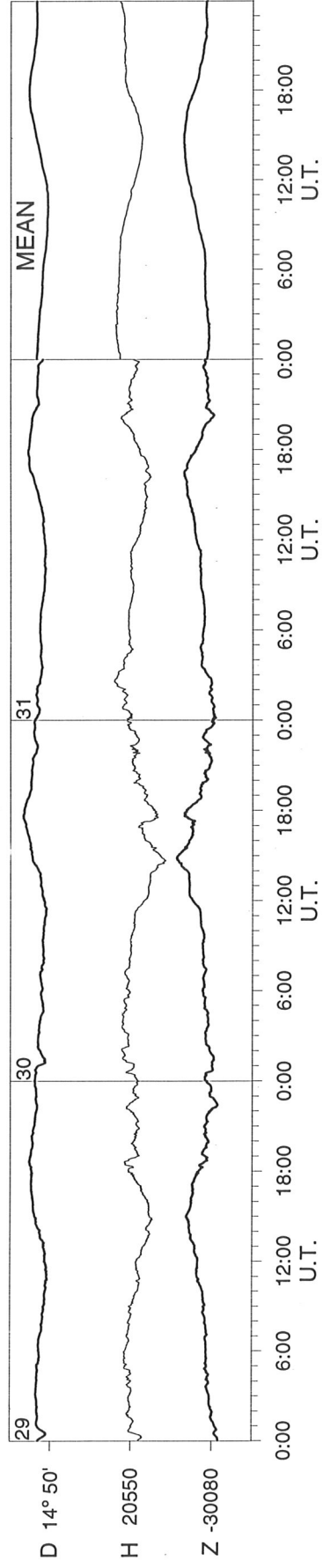
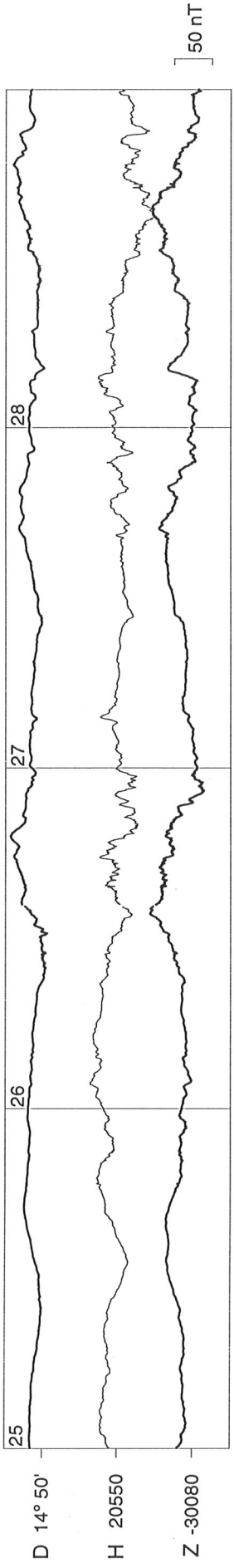
Livingston Island

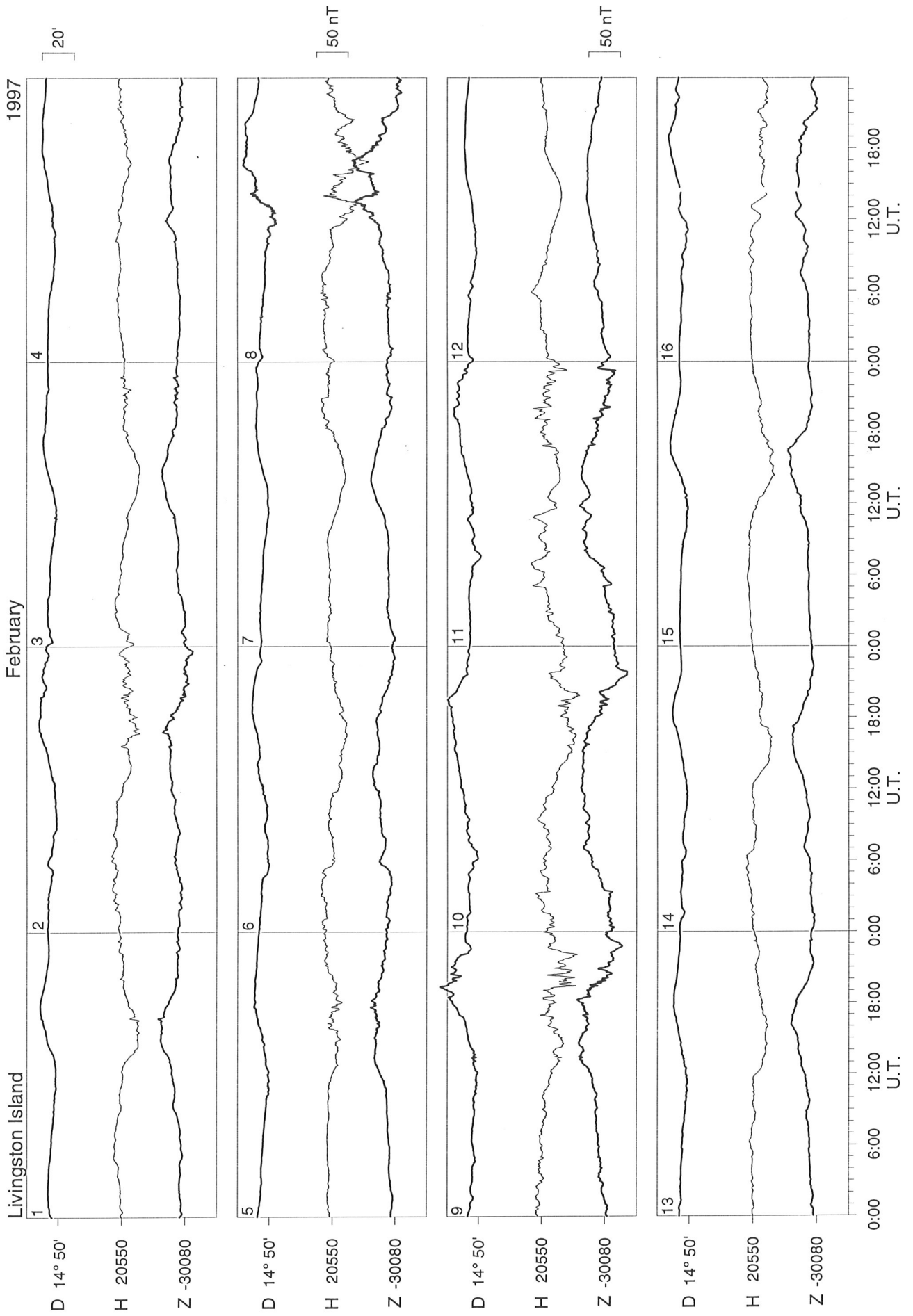
January

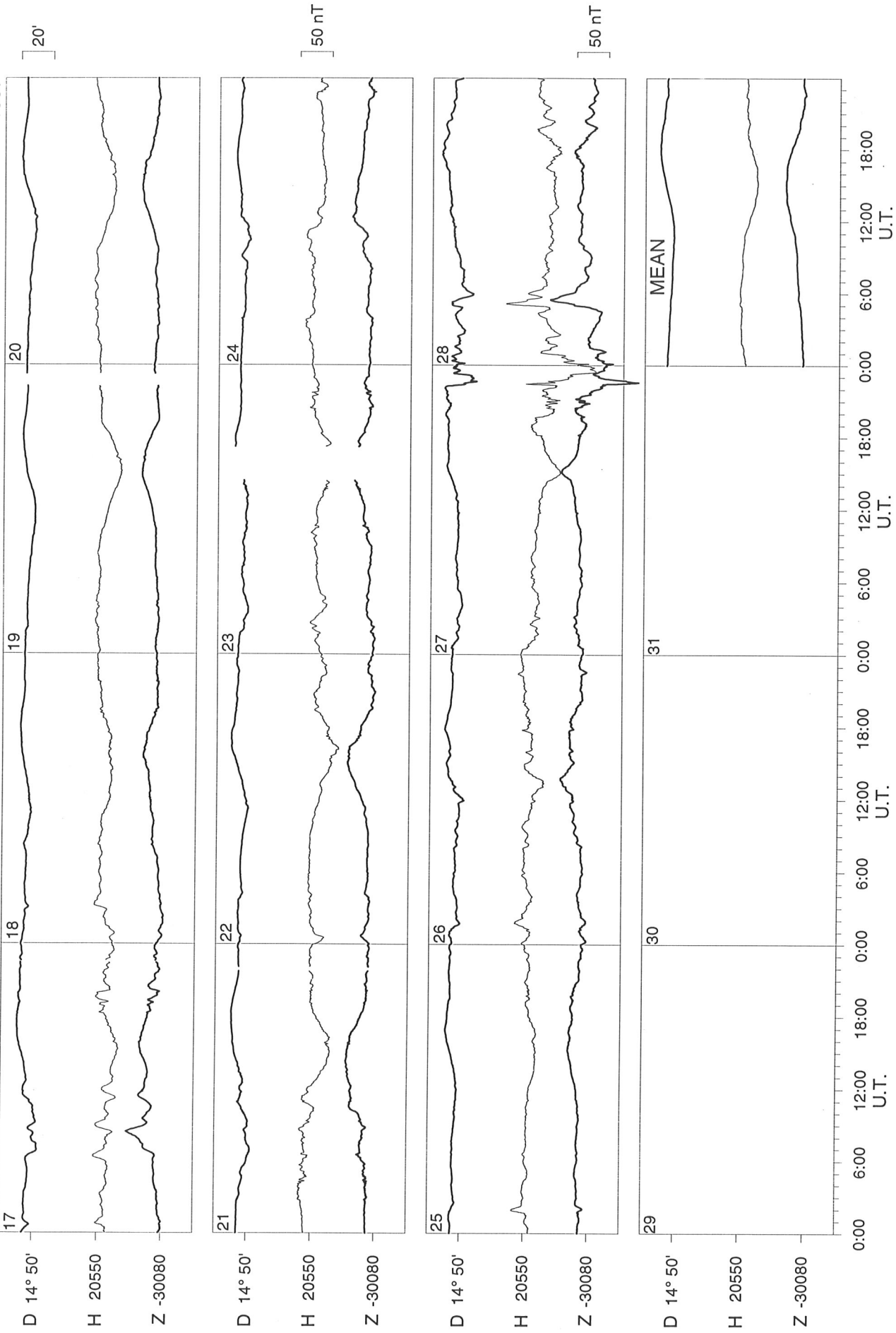
1997

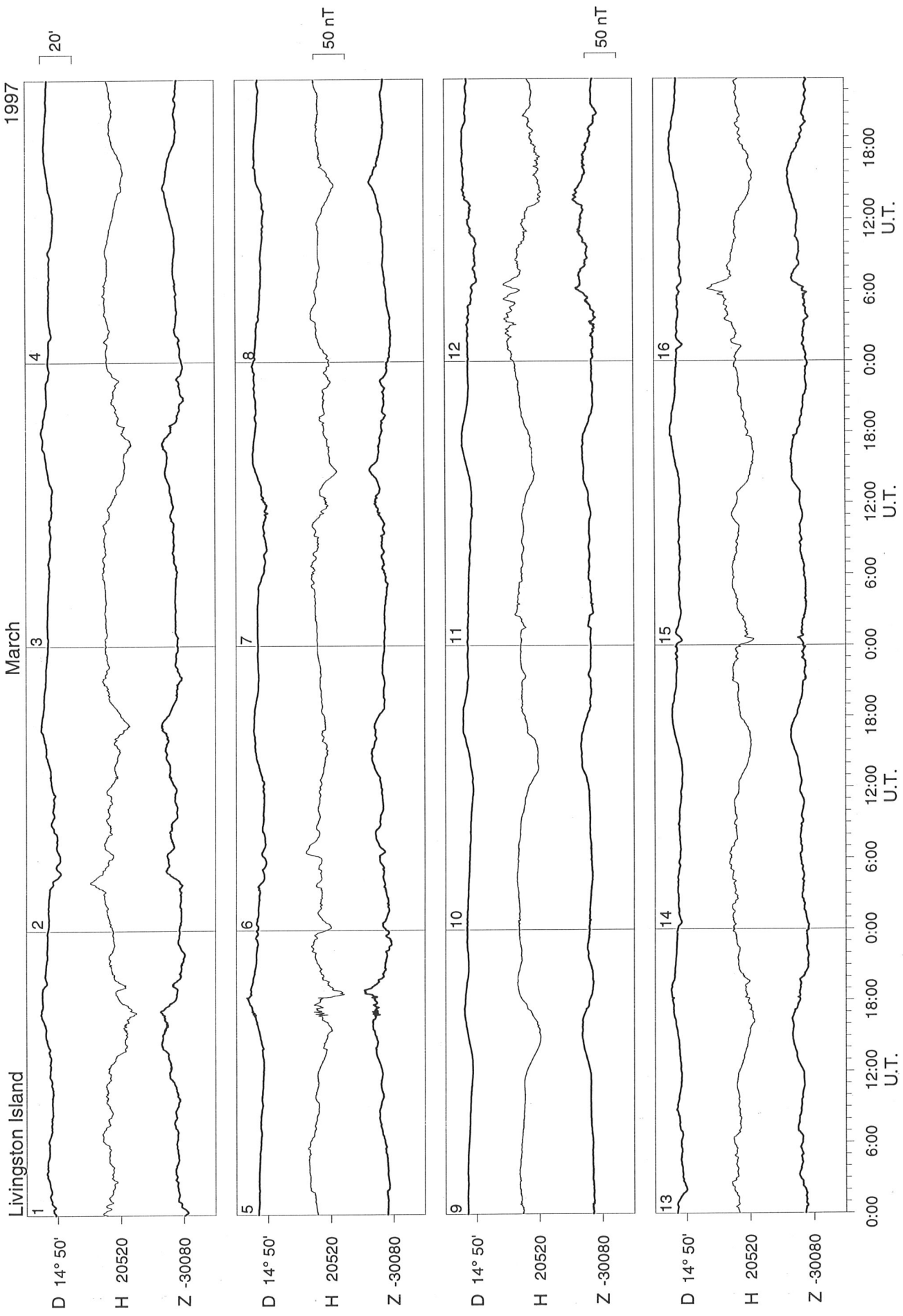


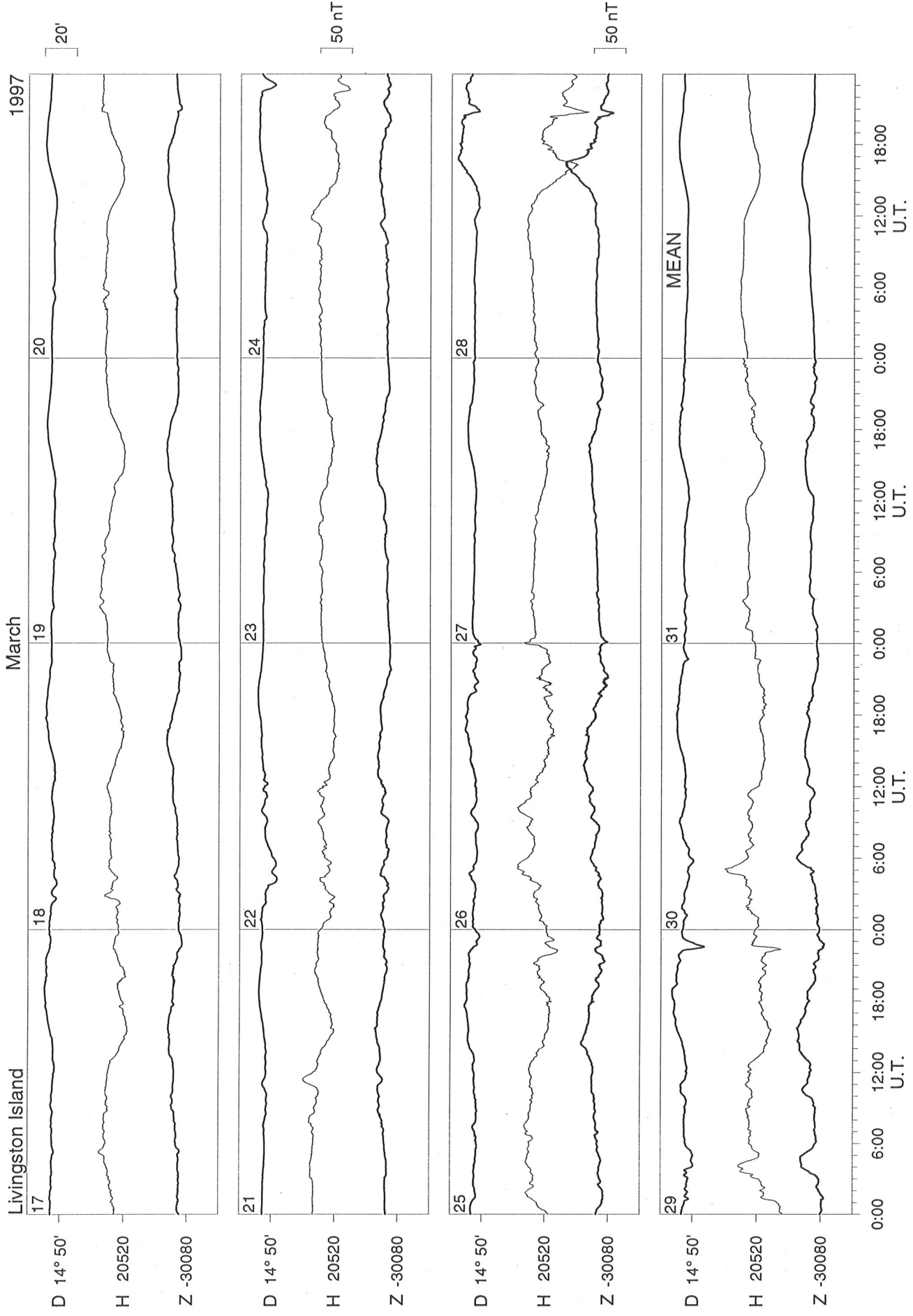
13

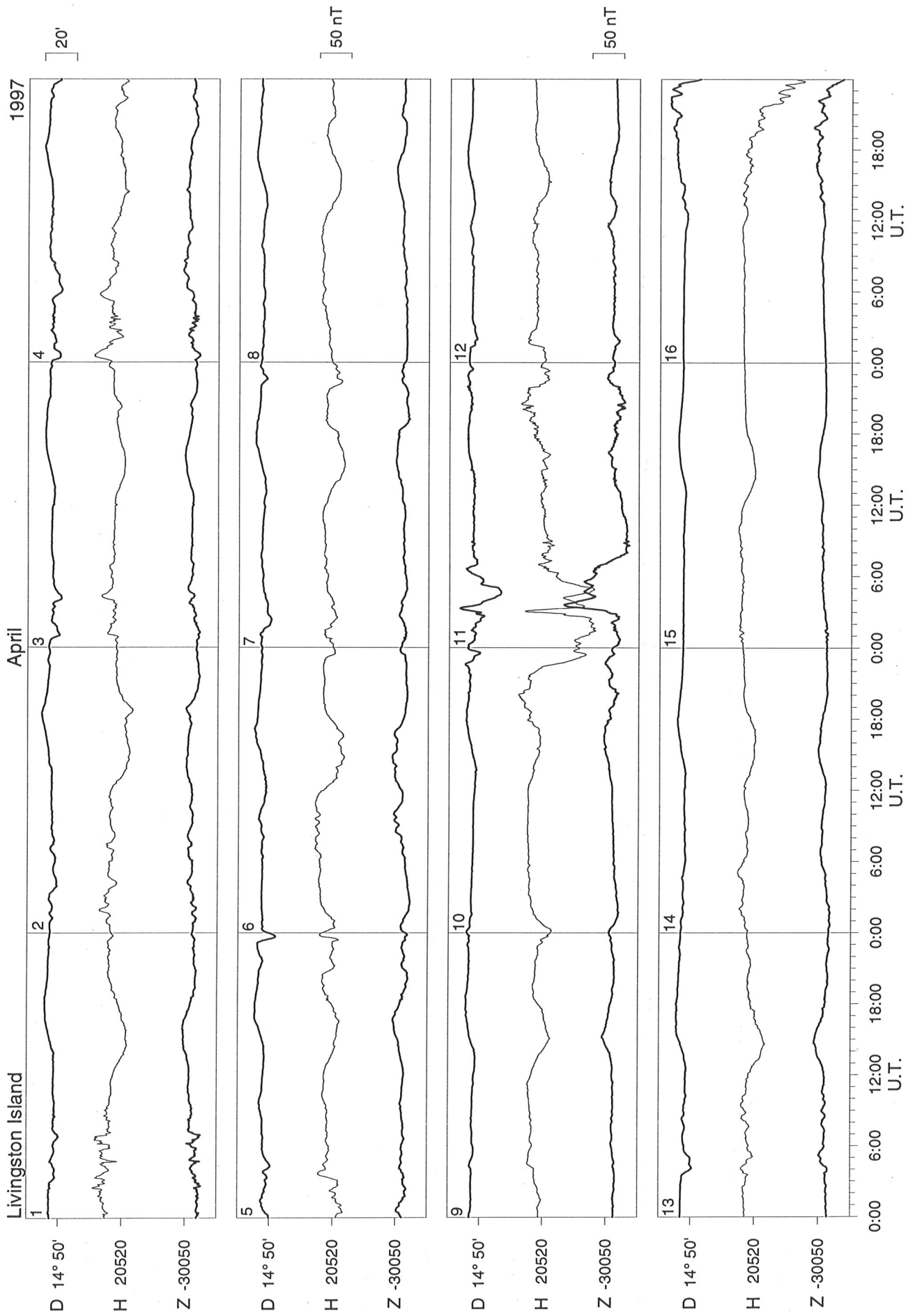


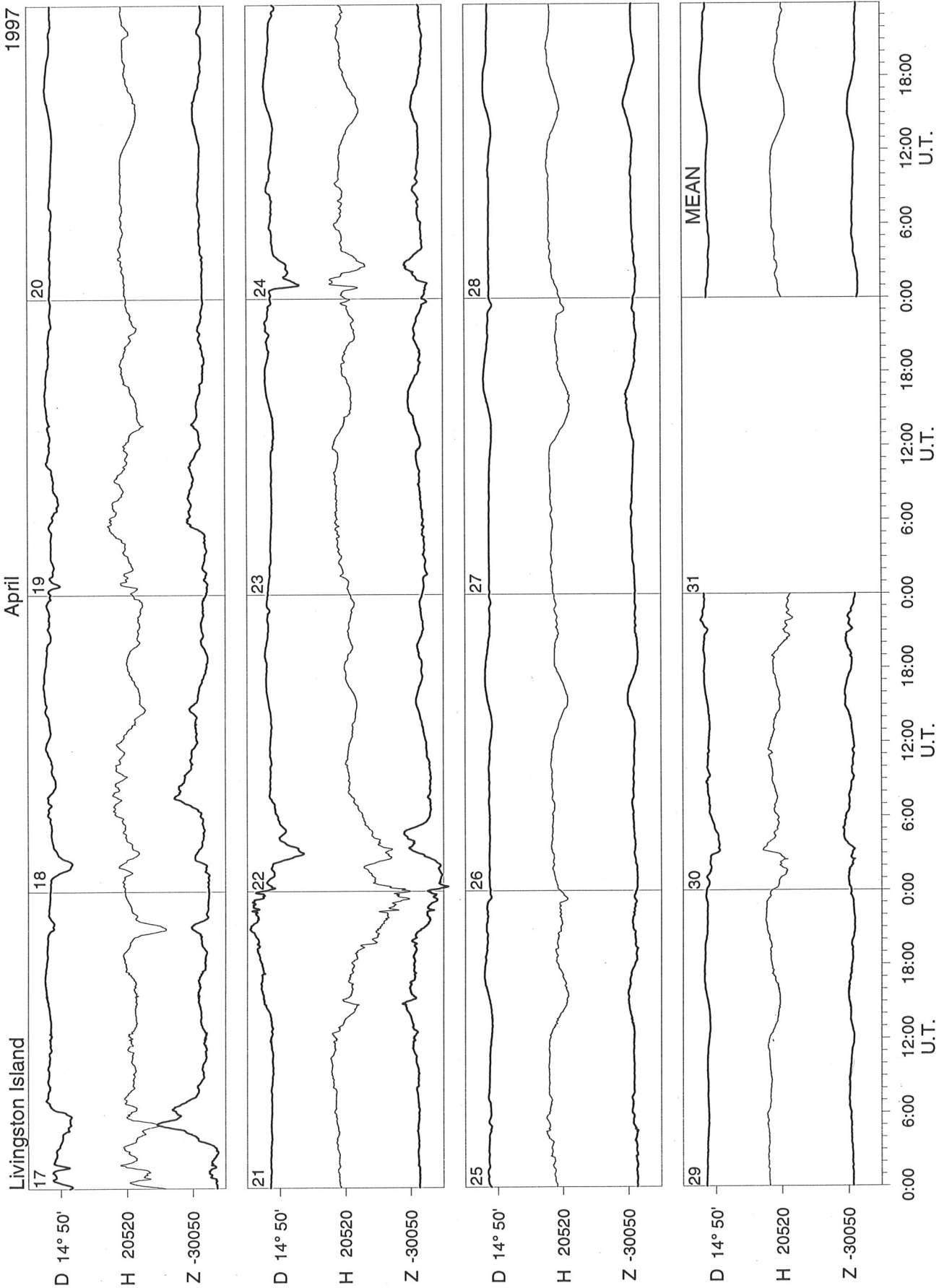


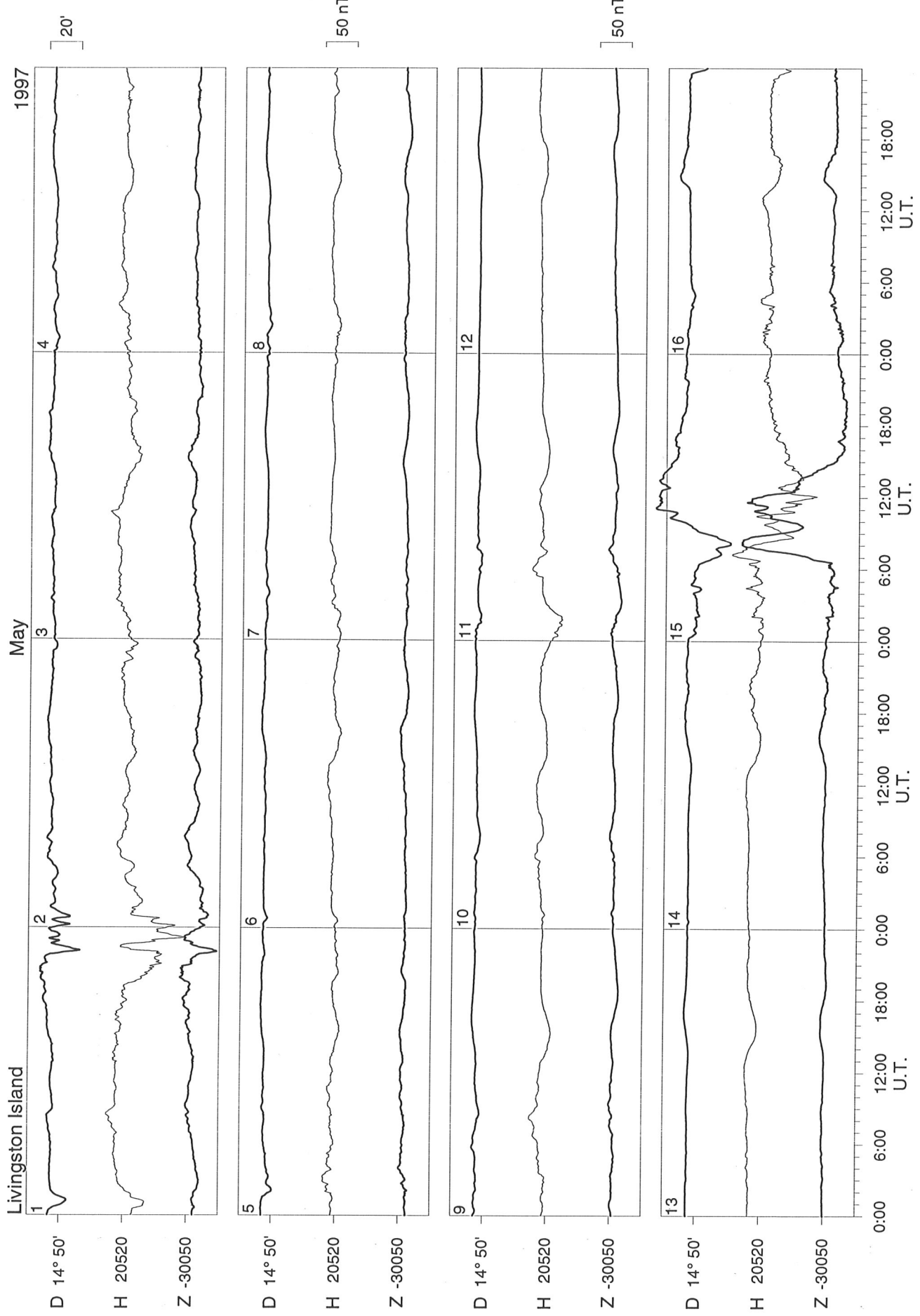








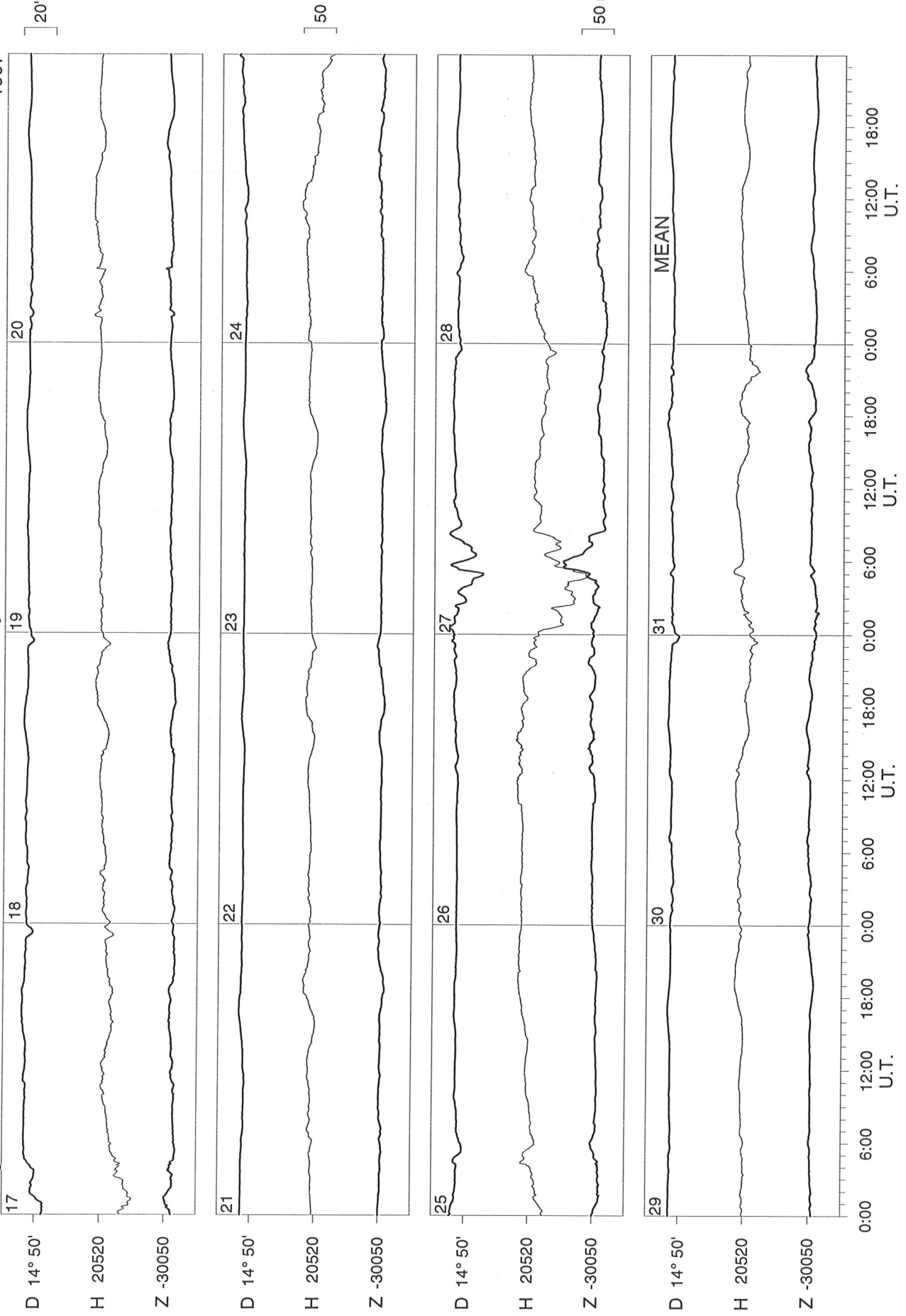




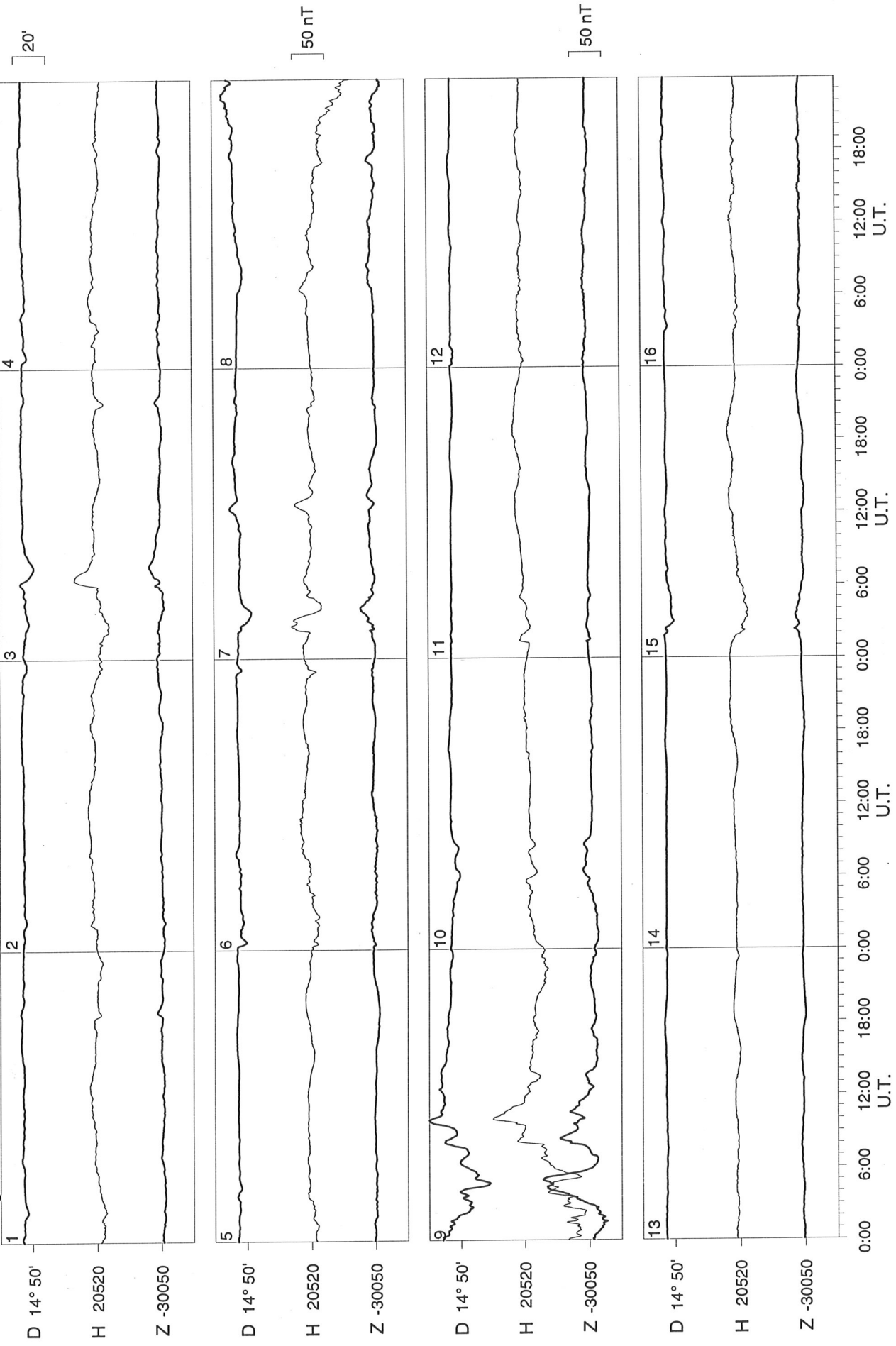
Livingston Island

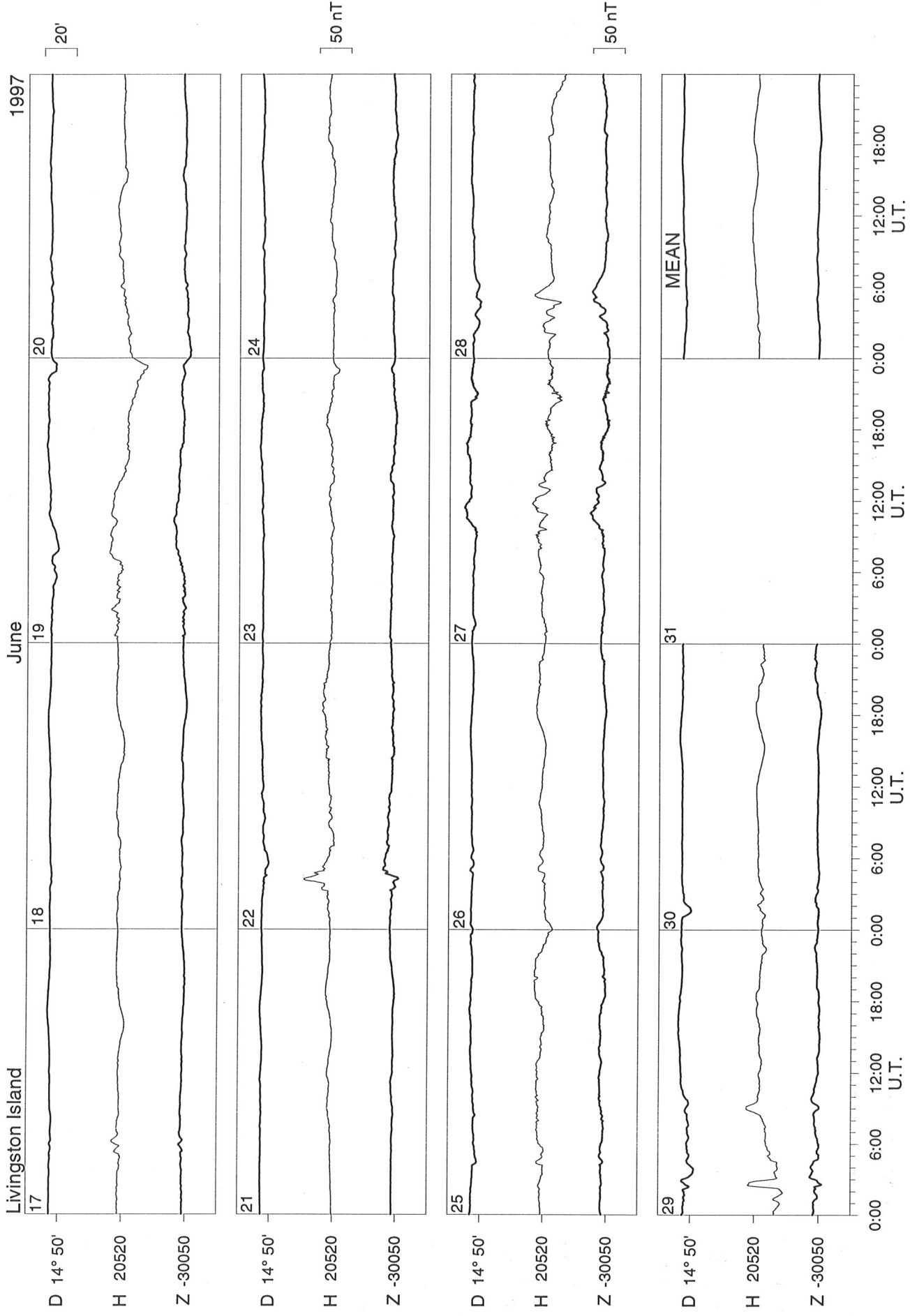
May

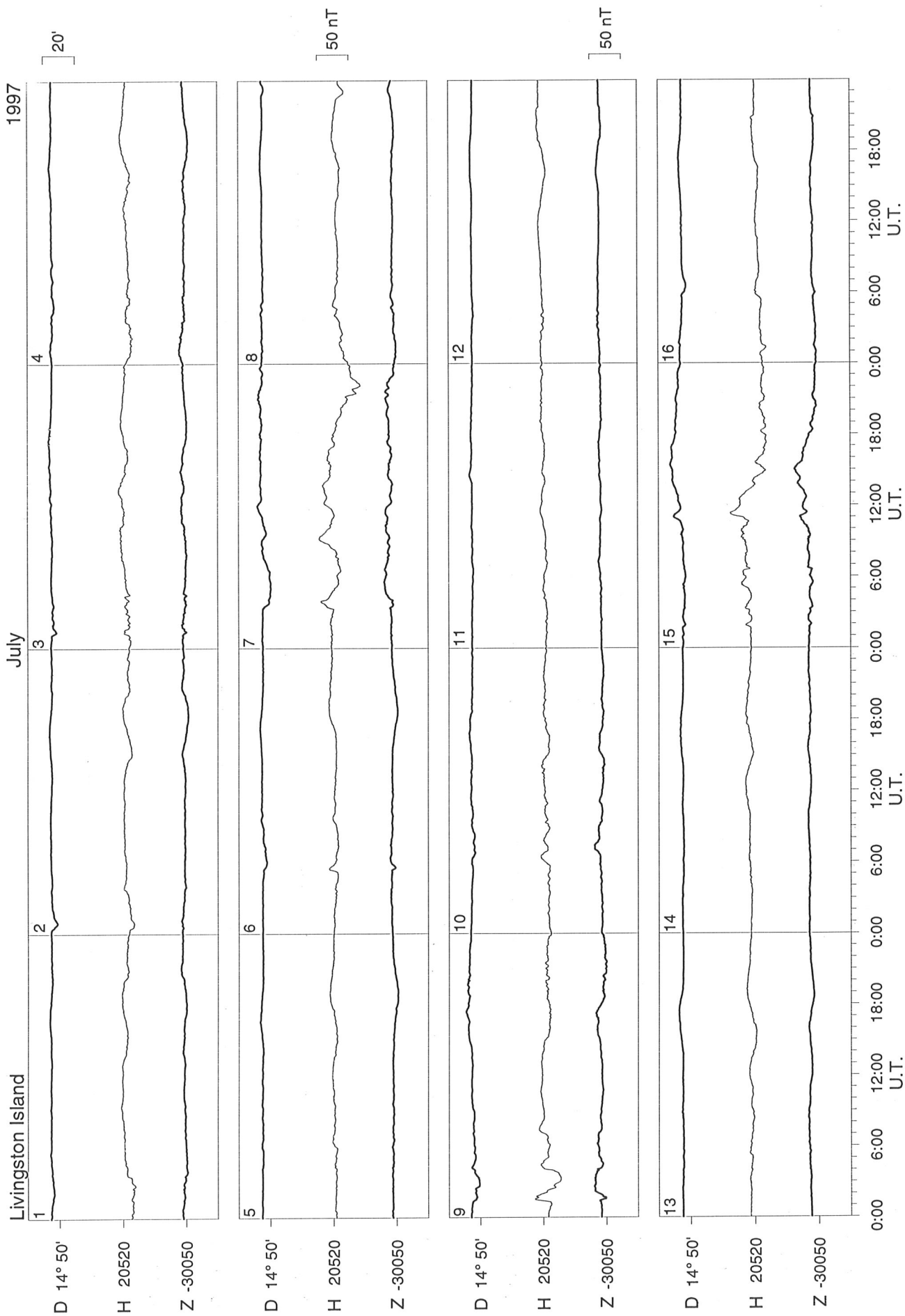
1997



Livingston Island June 1997



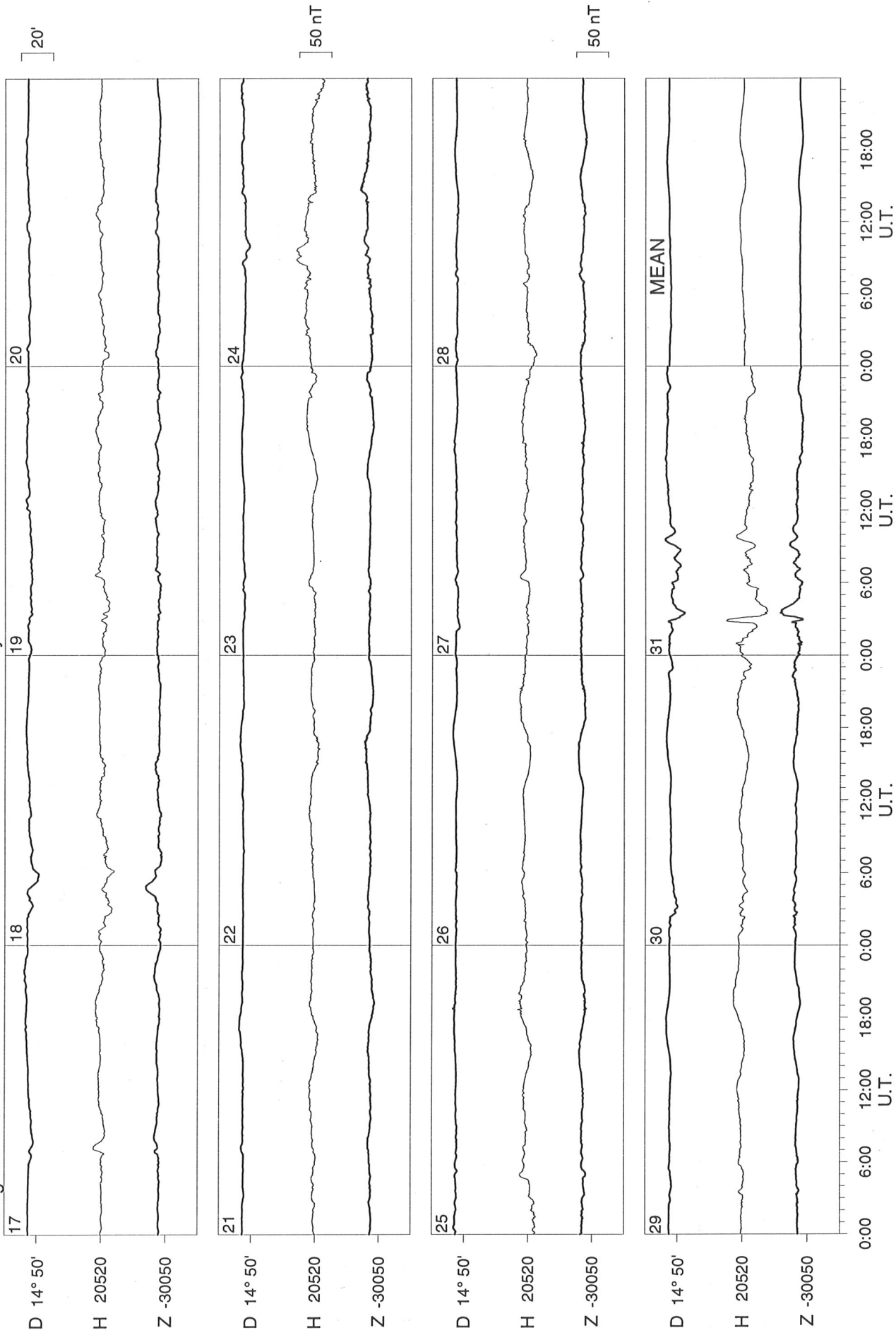


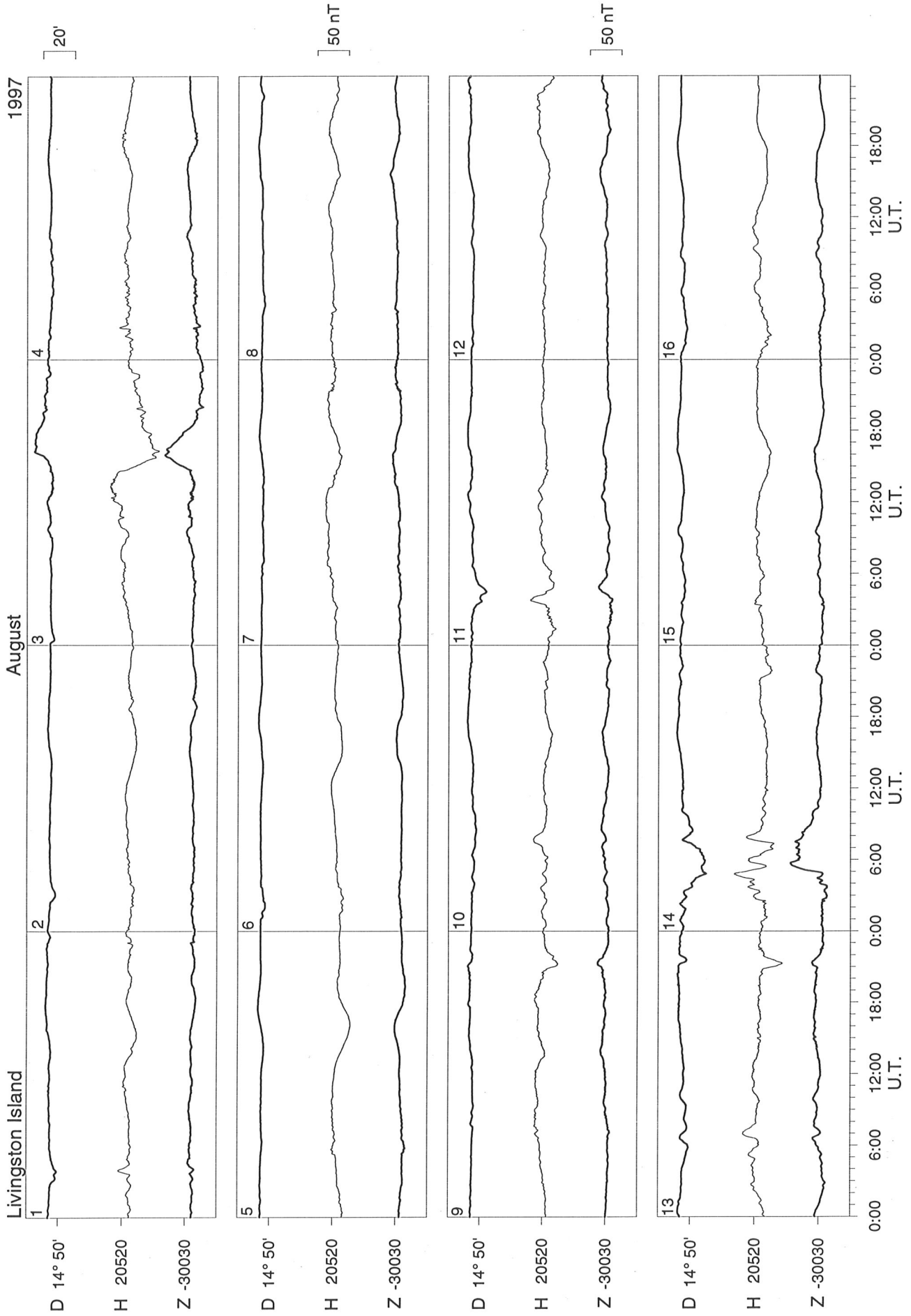


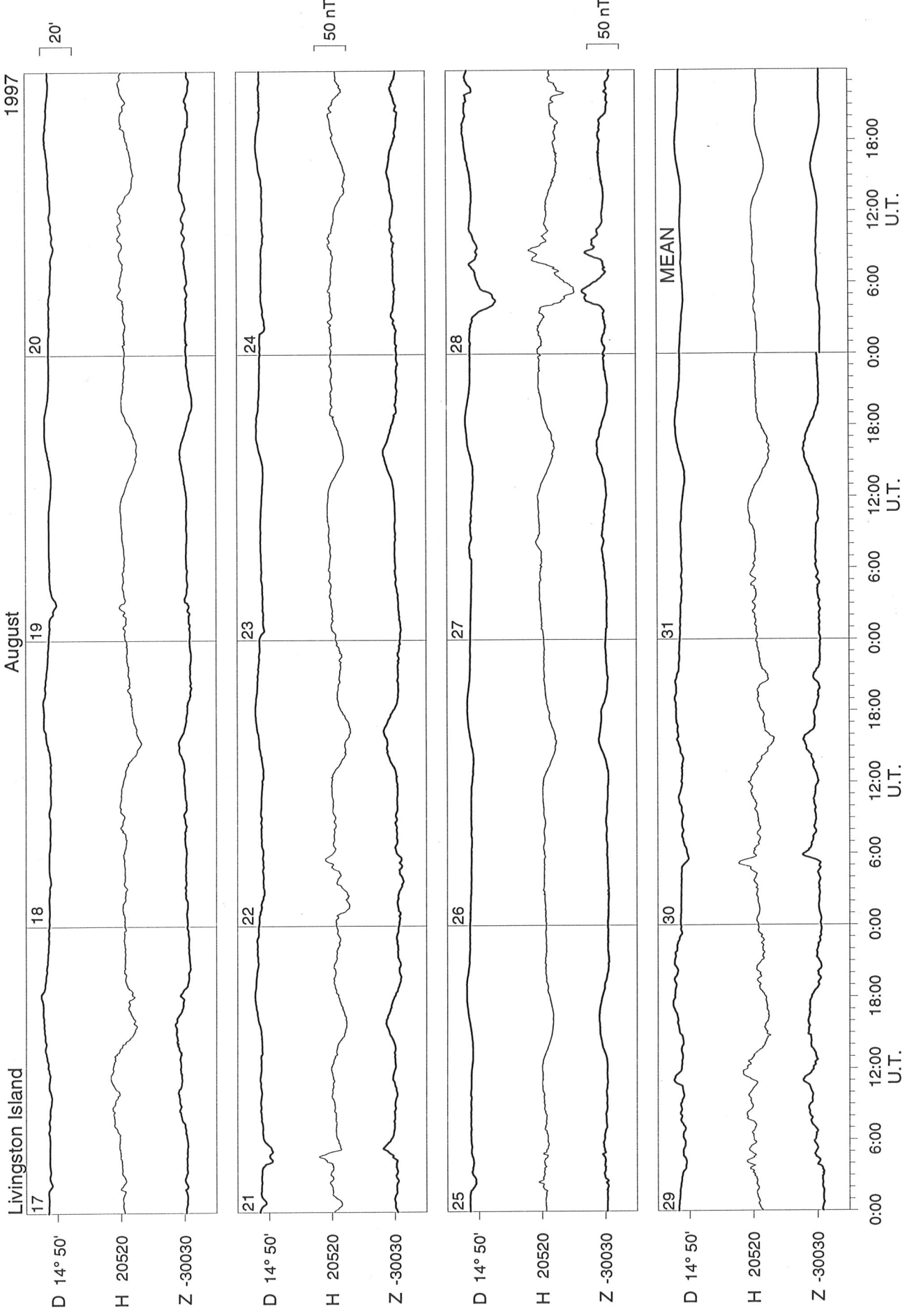
Livingston Island

July

1997



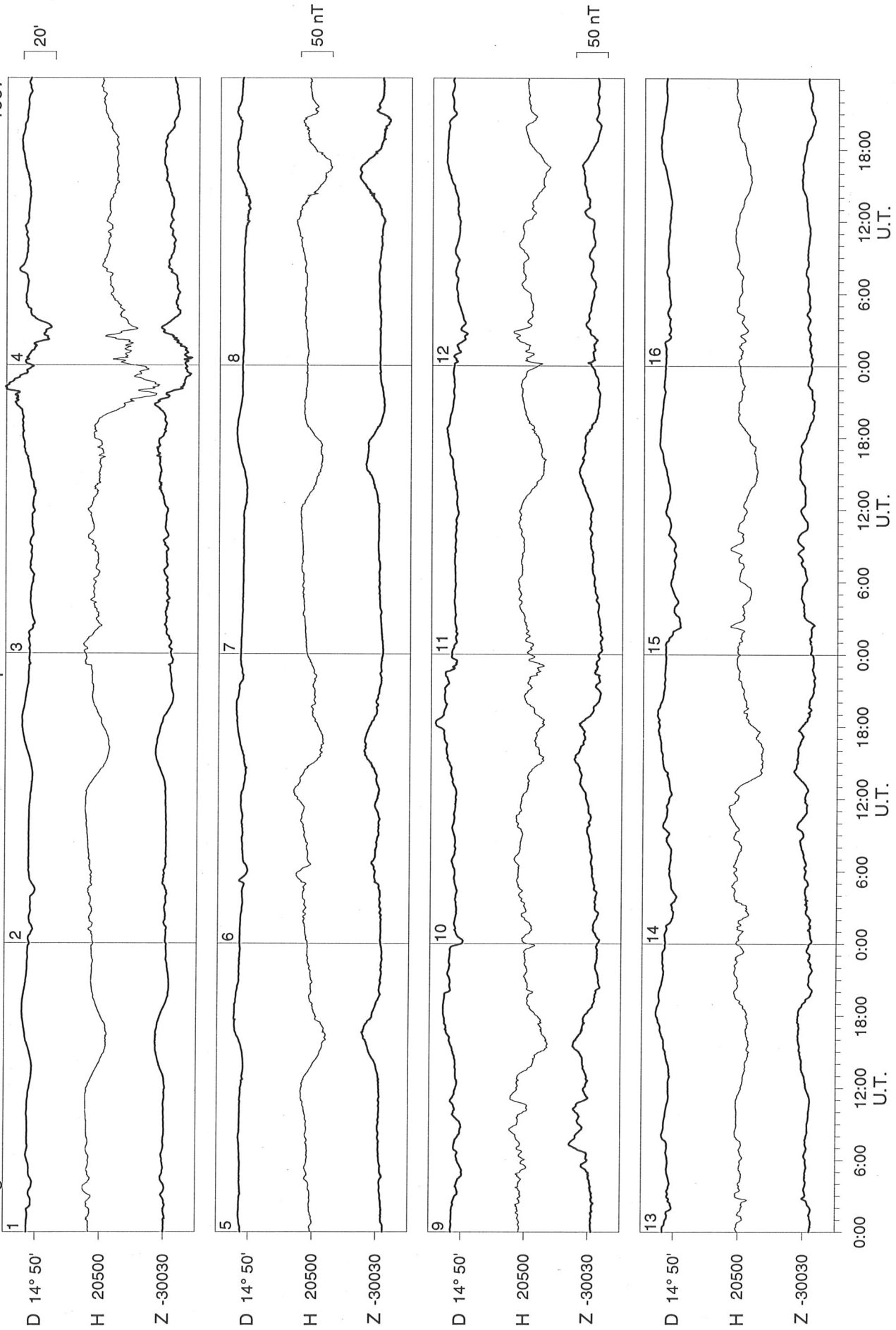




Livingston Island

September

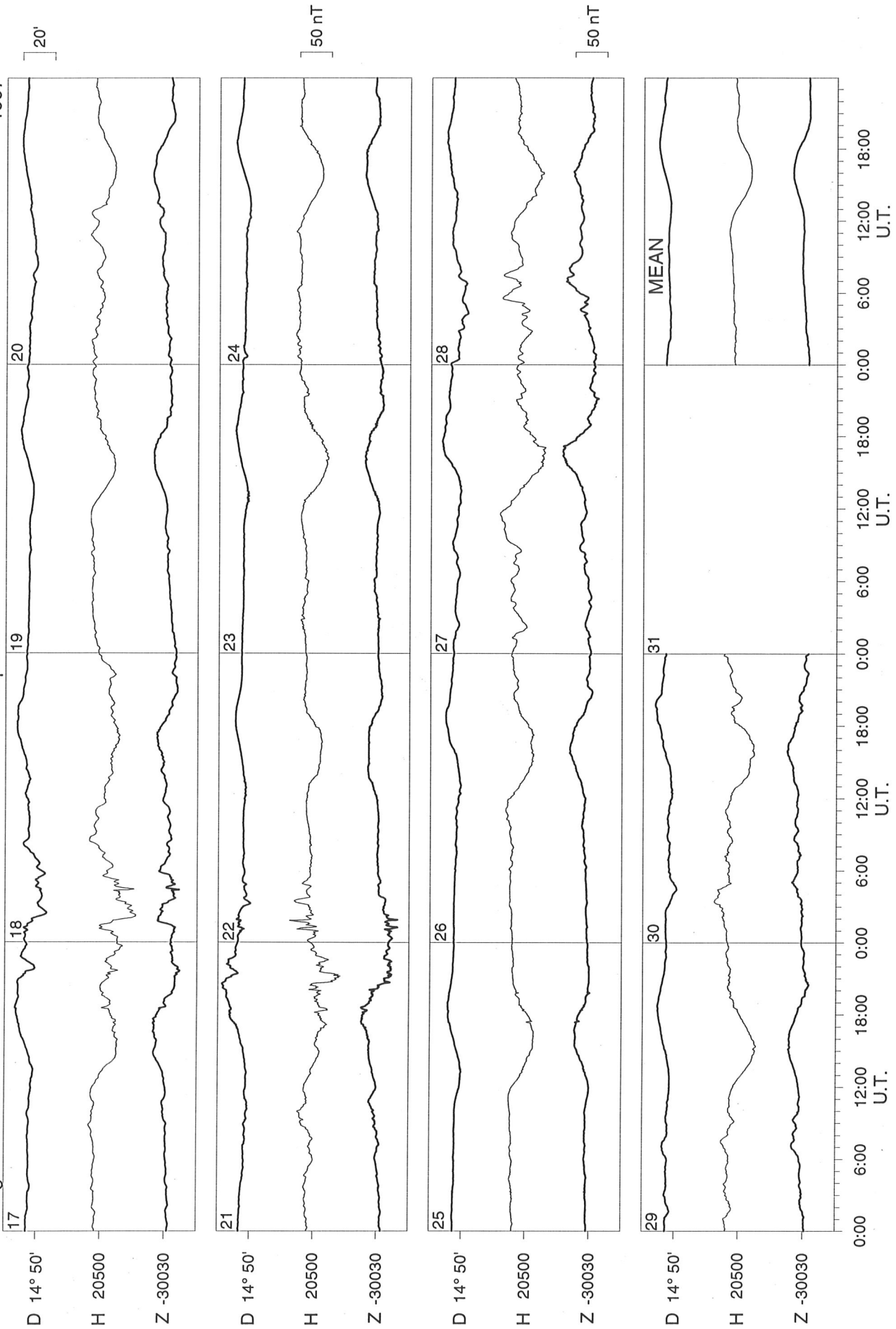
1997

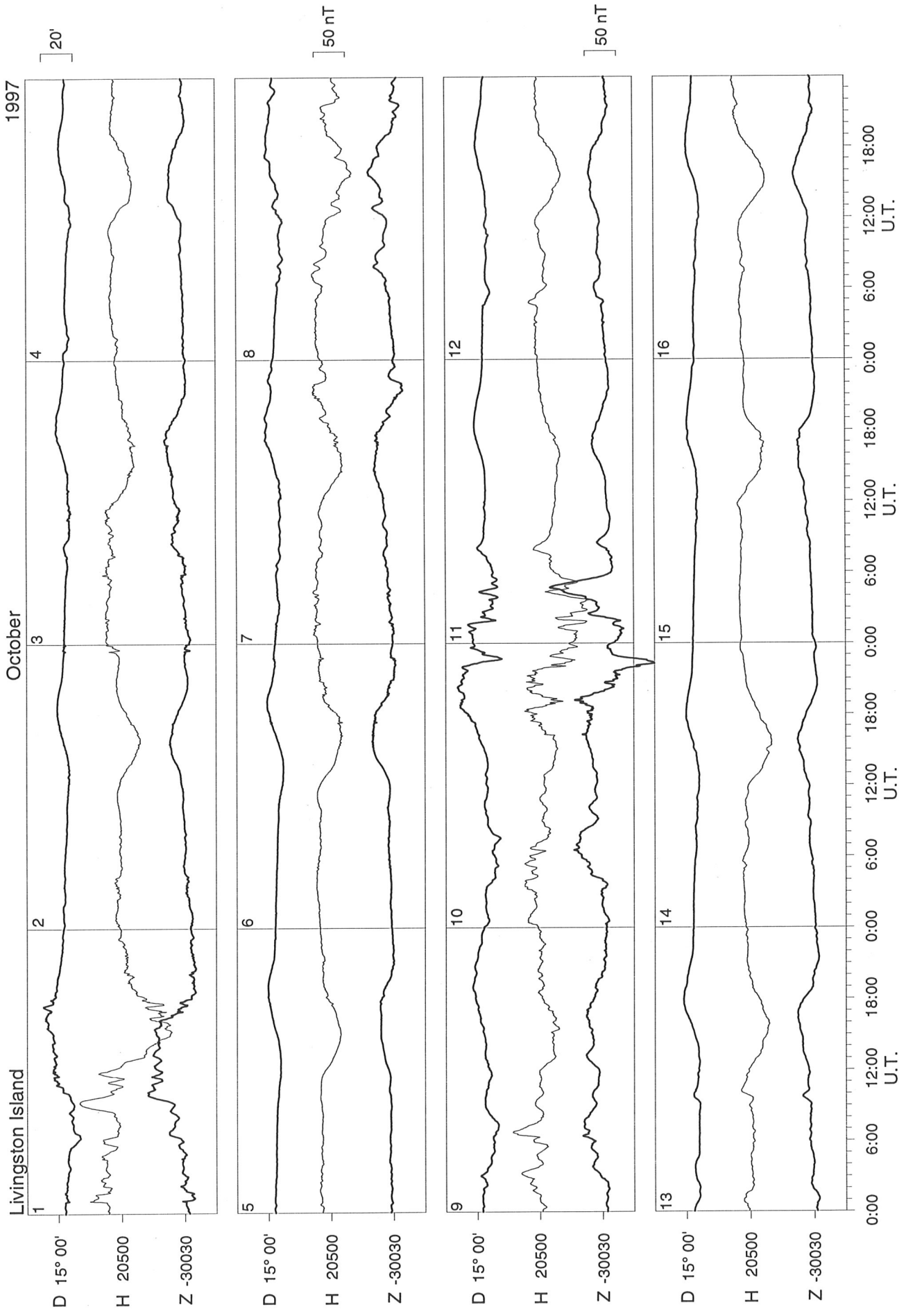


Livingston Island

September

1997

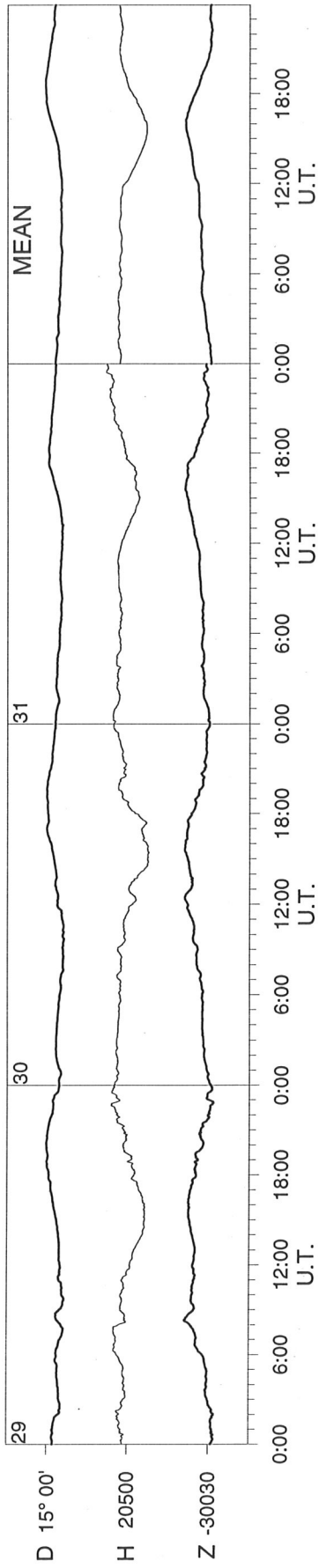
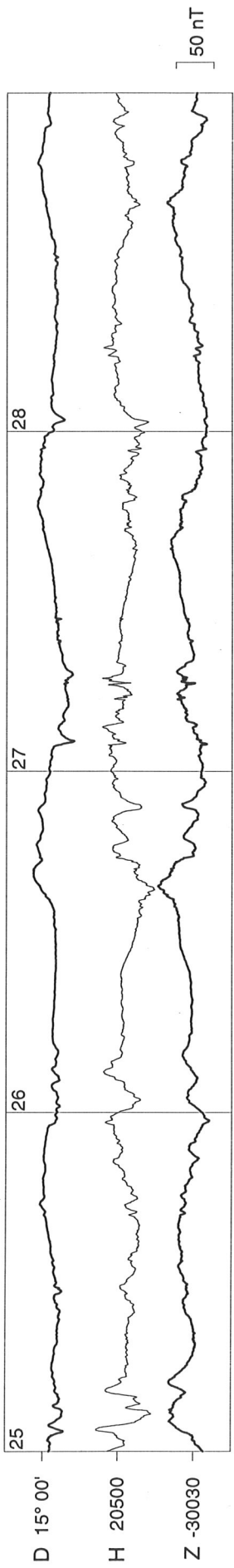
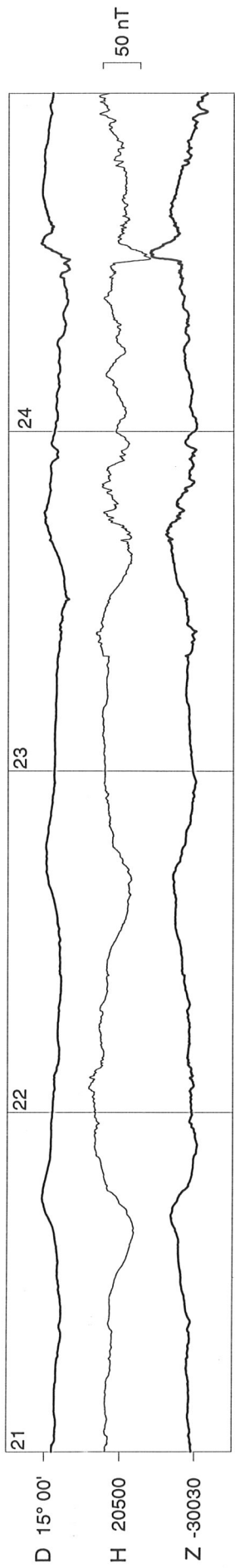
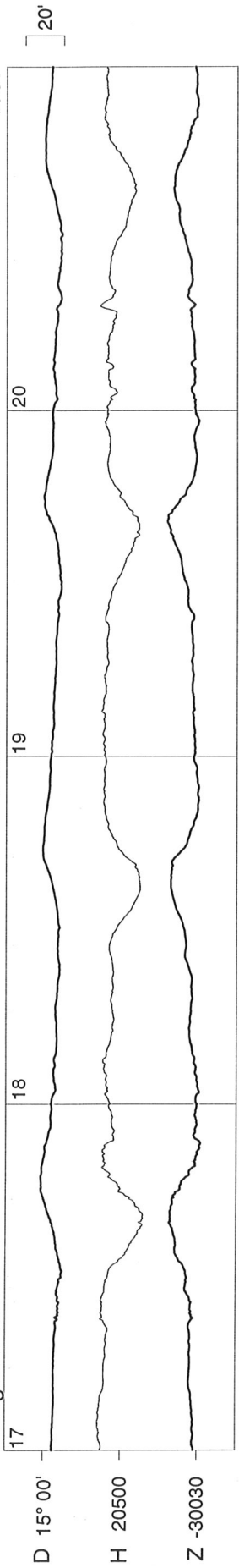


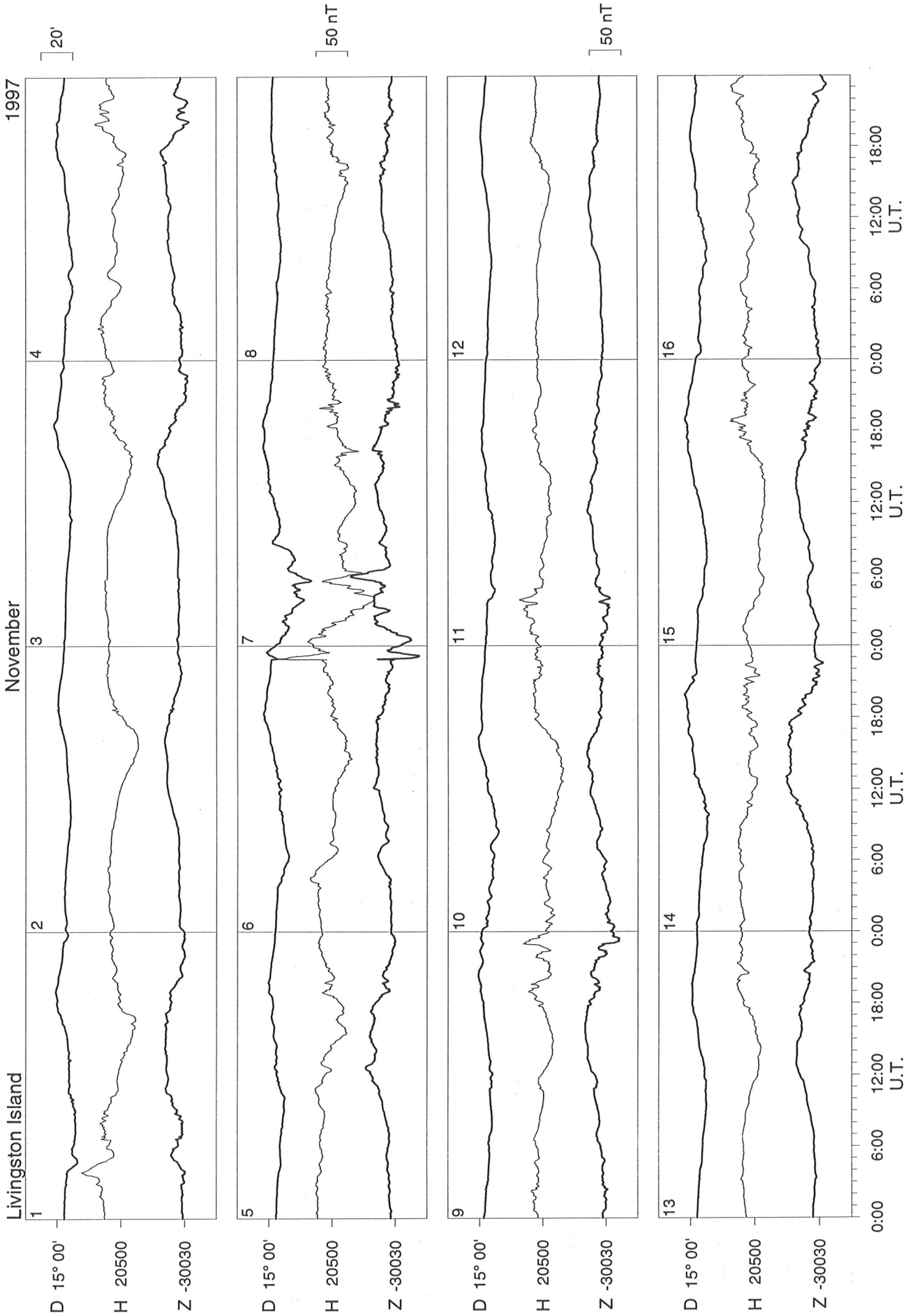


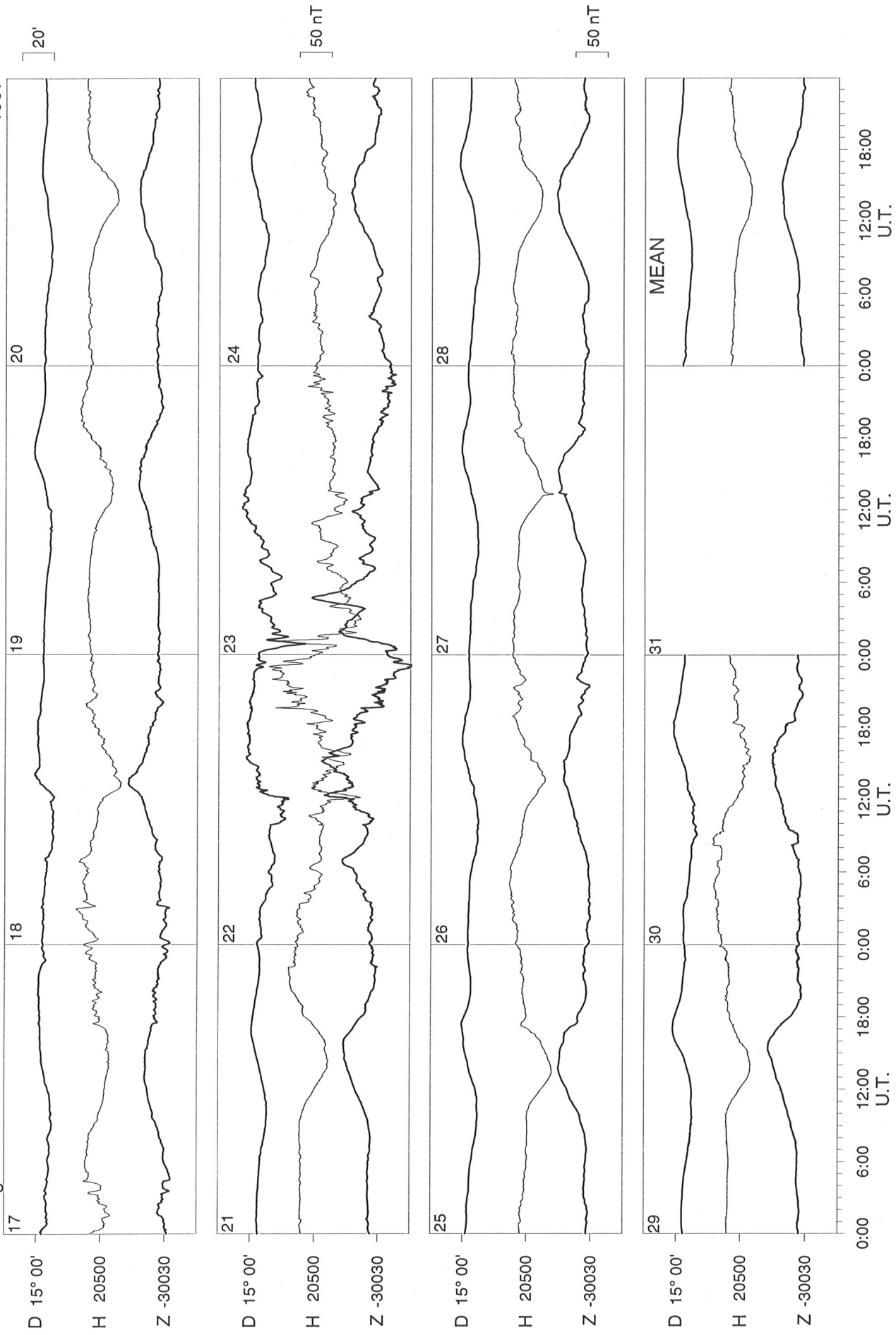
Livingston Island

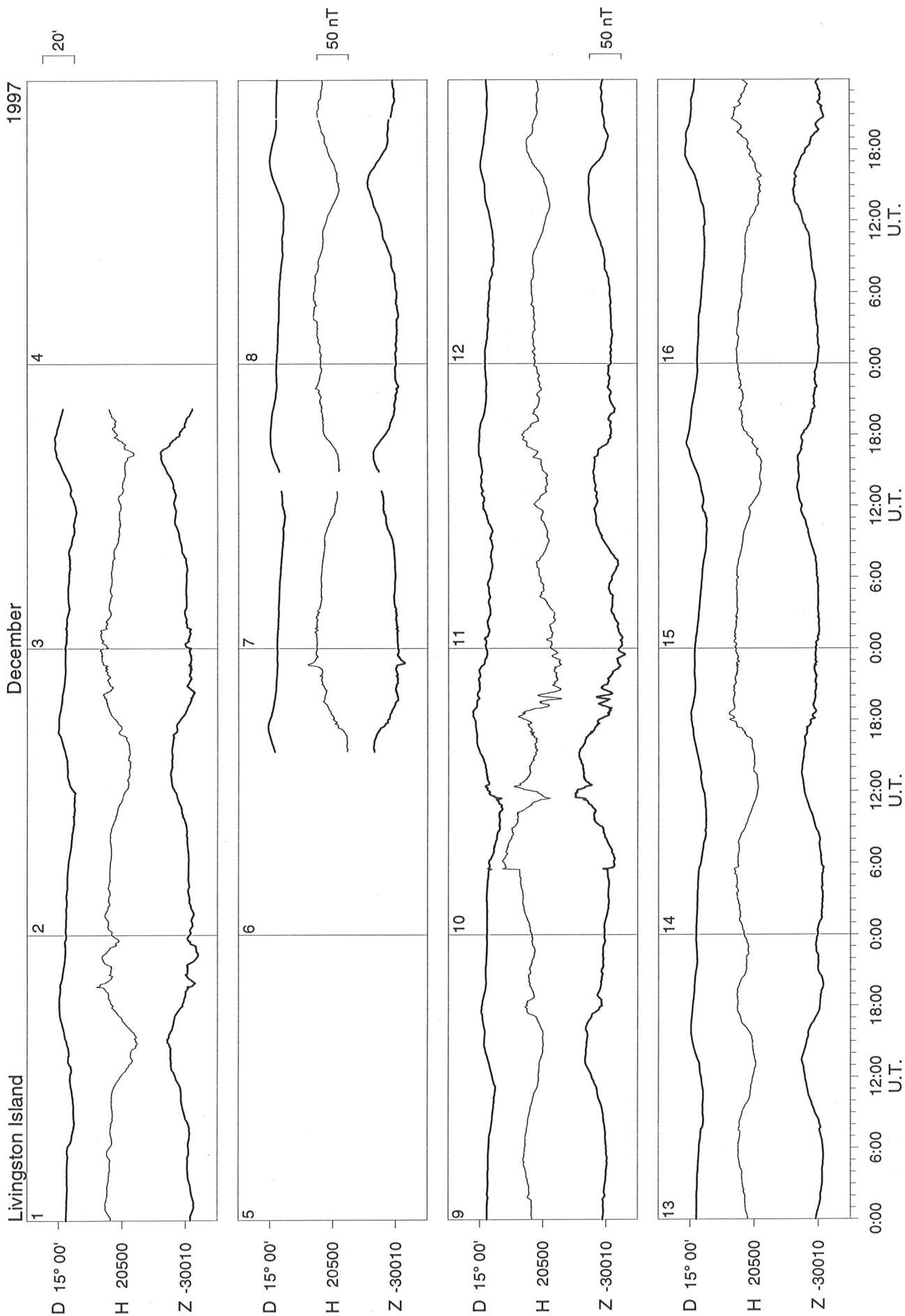
October

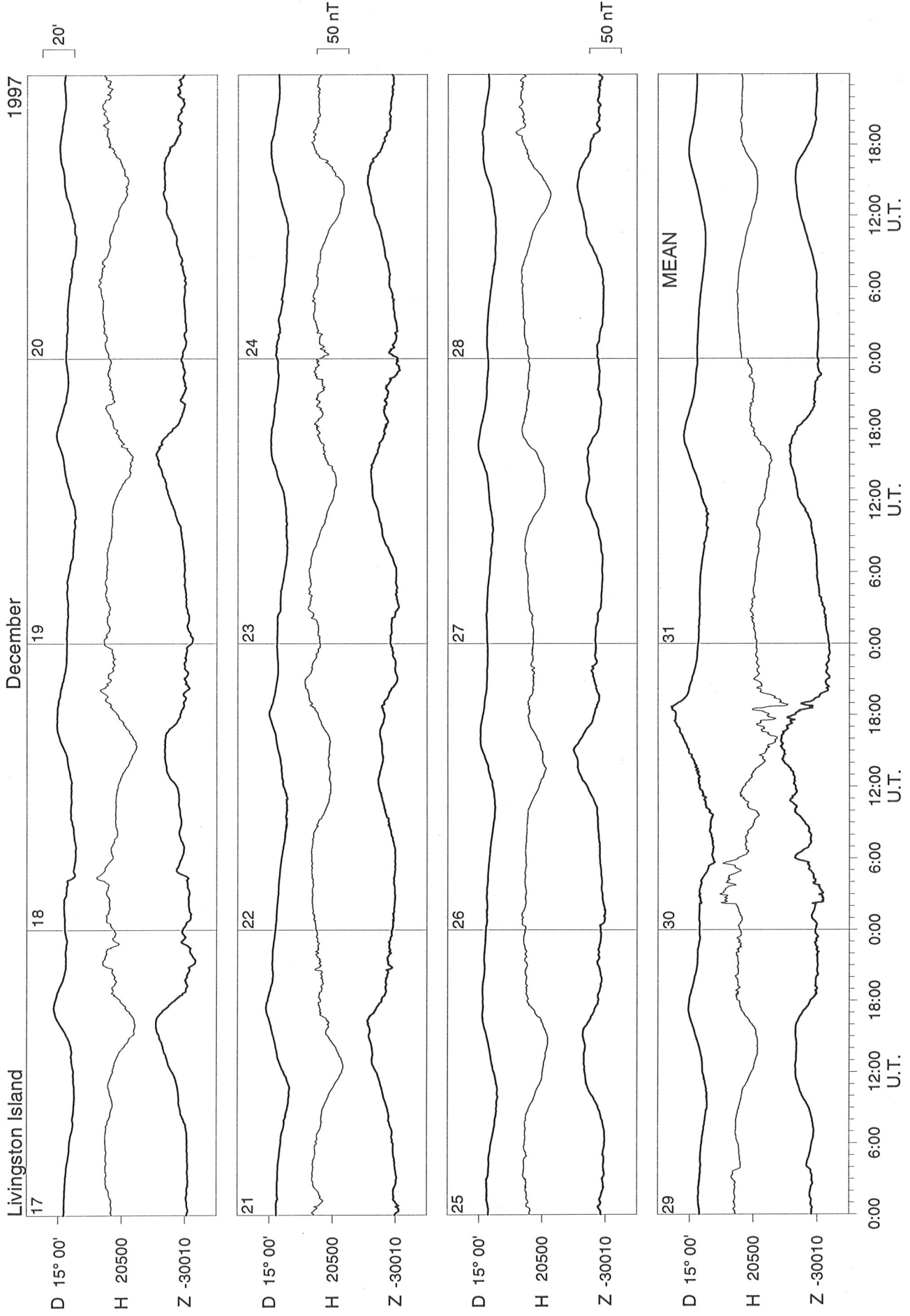
1997



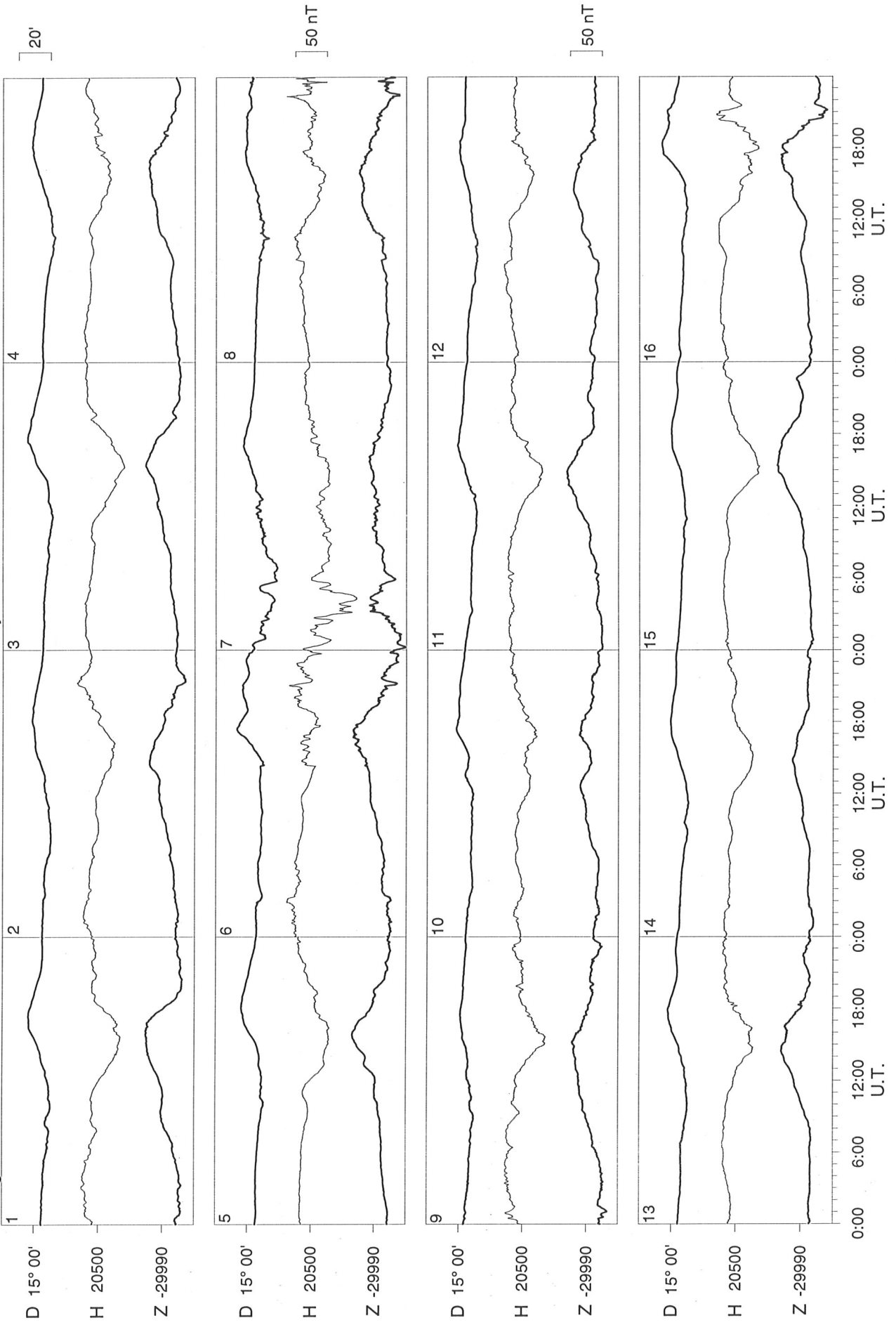


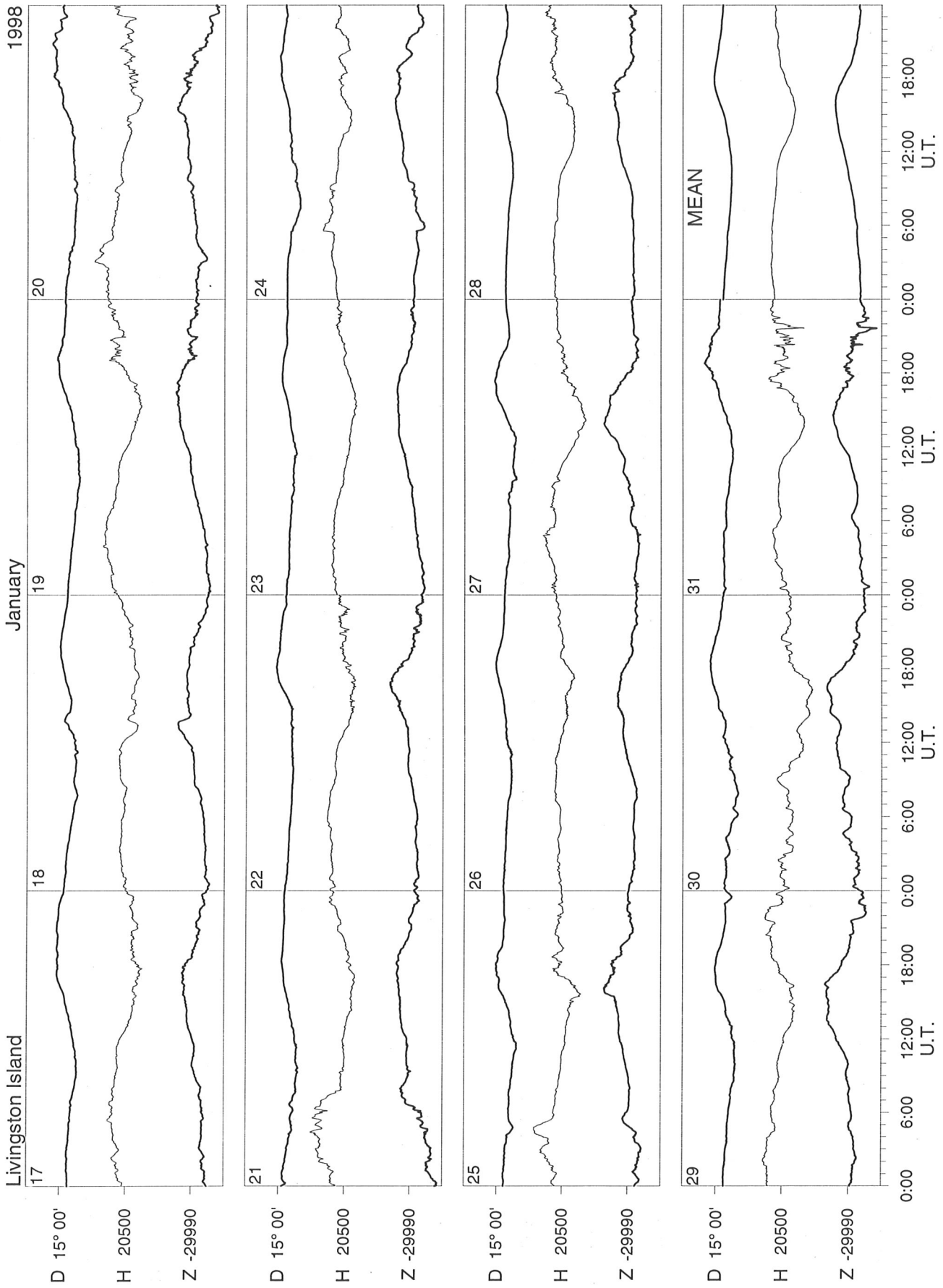


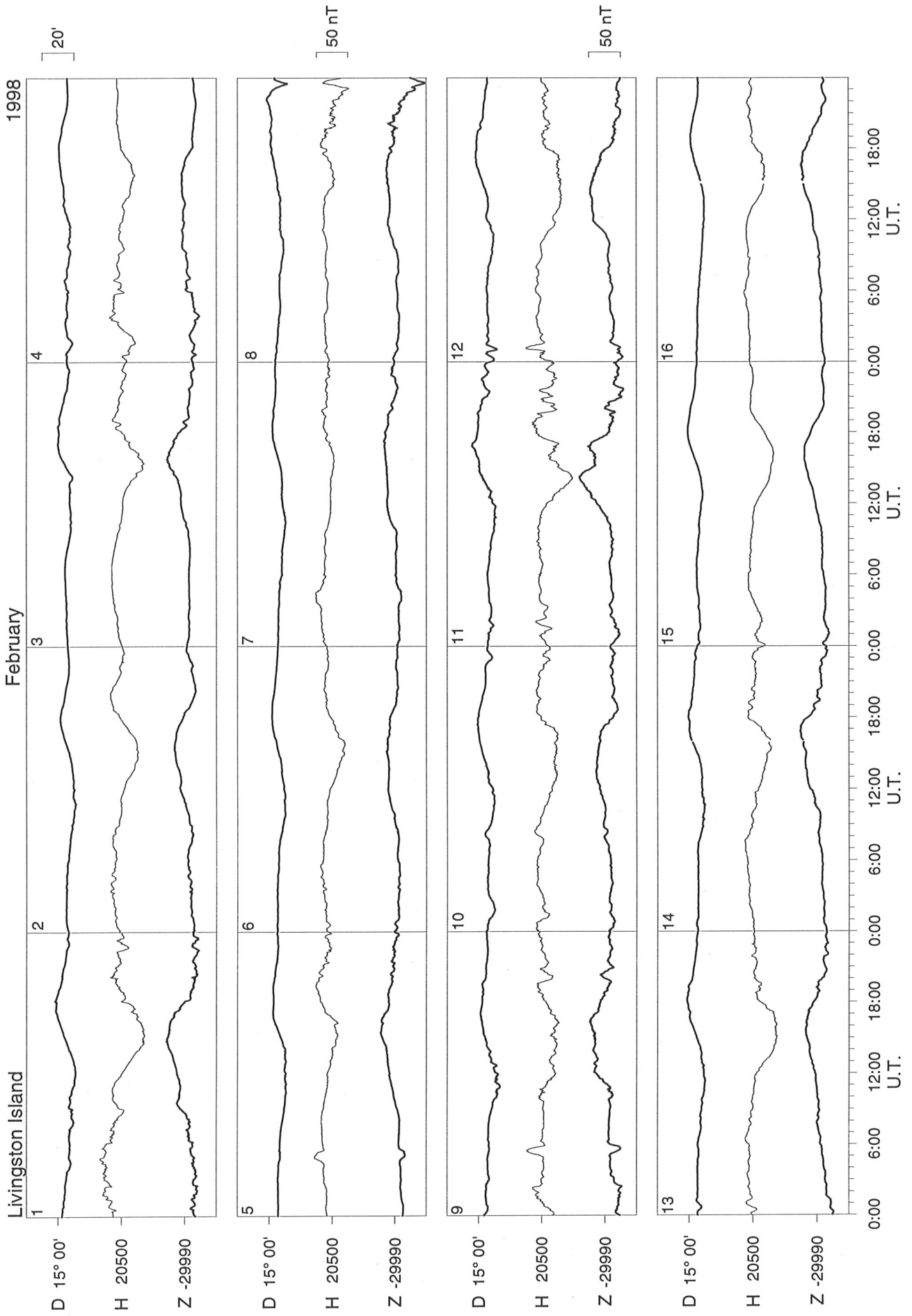


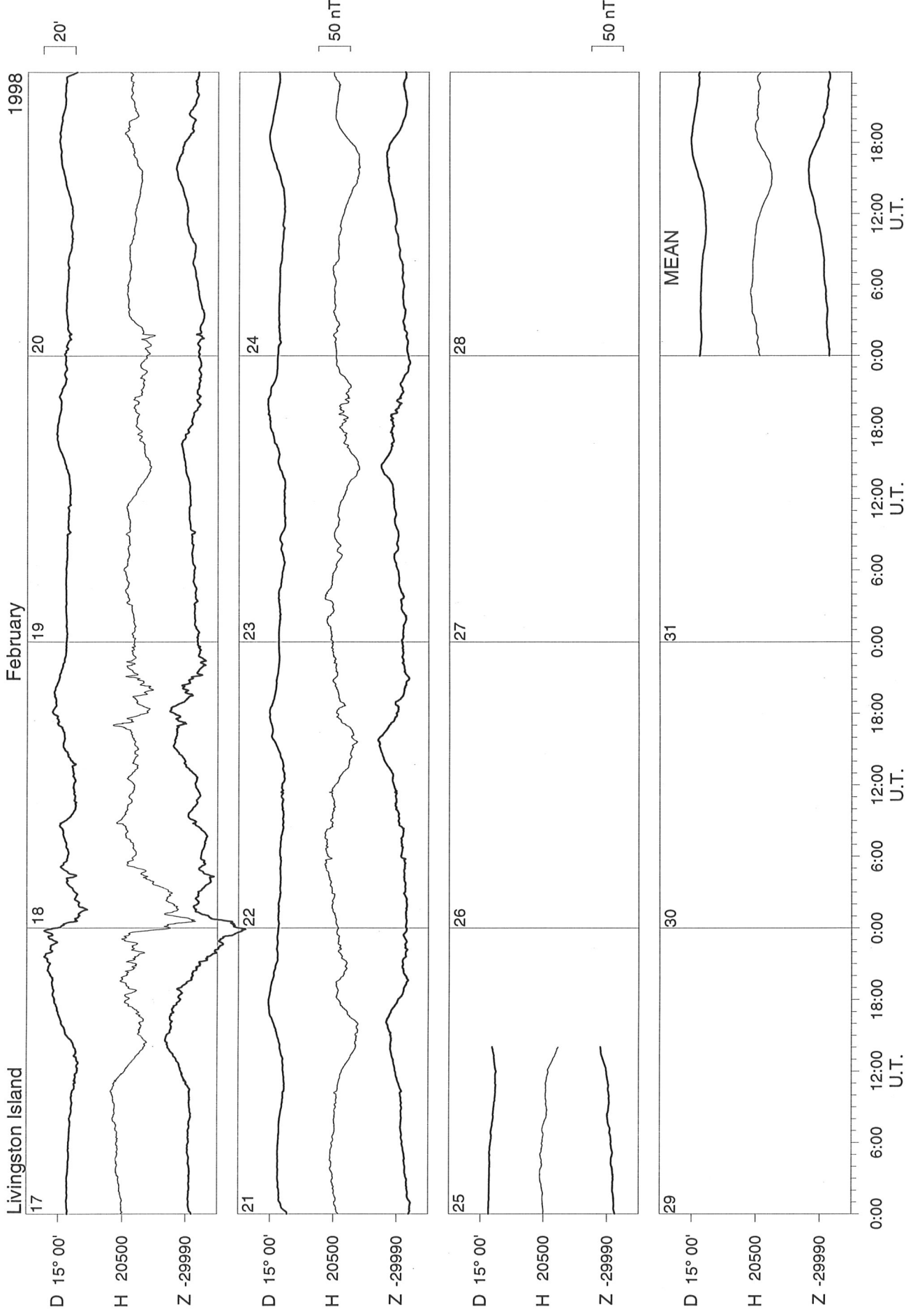


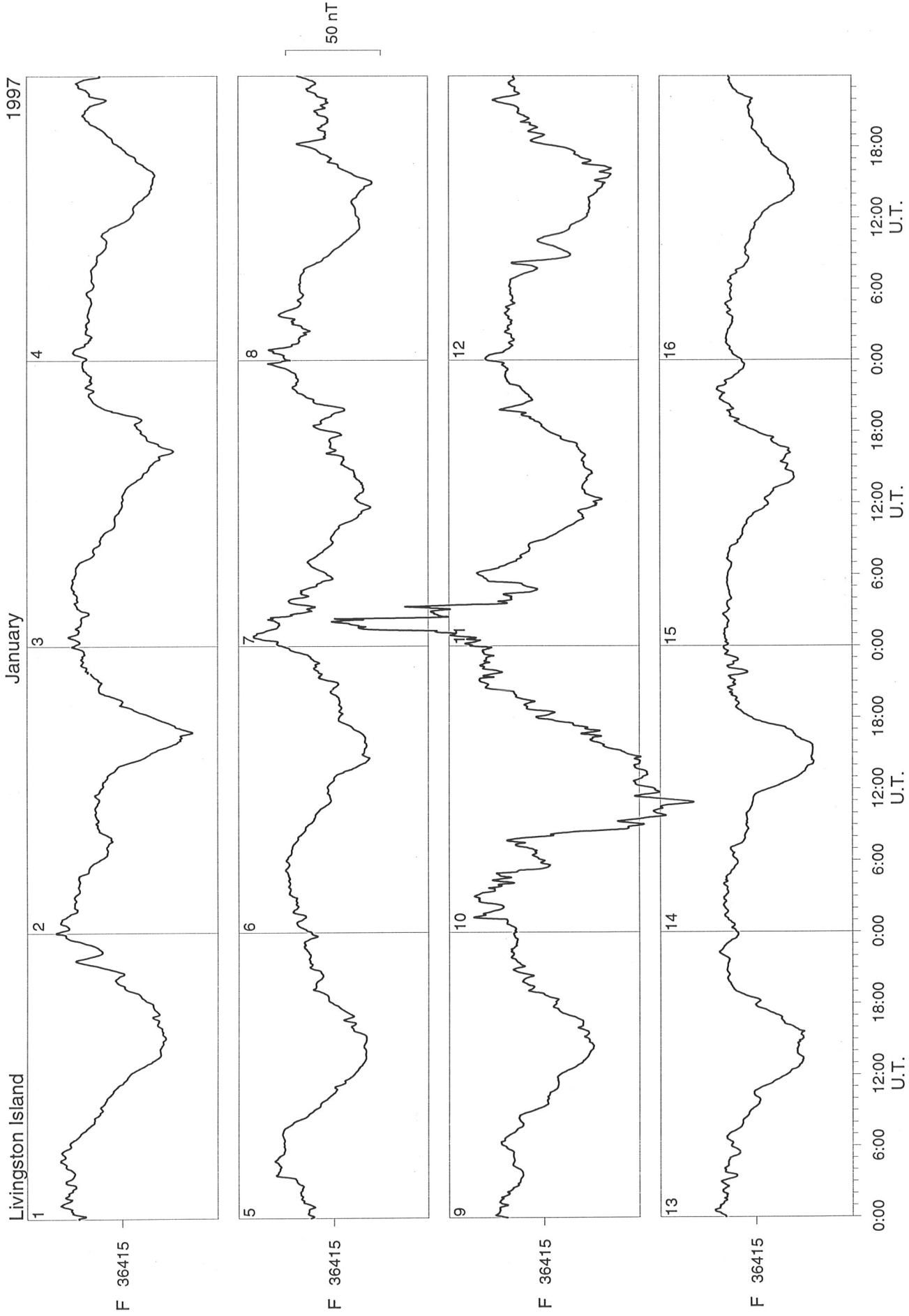
Livingston Island January 1998

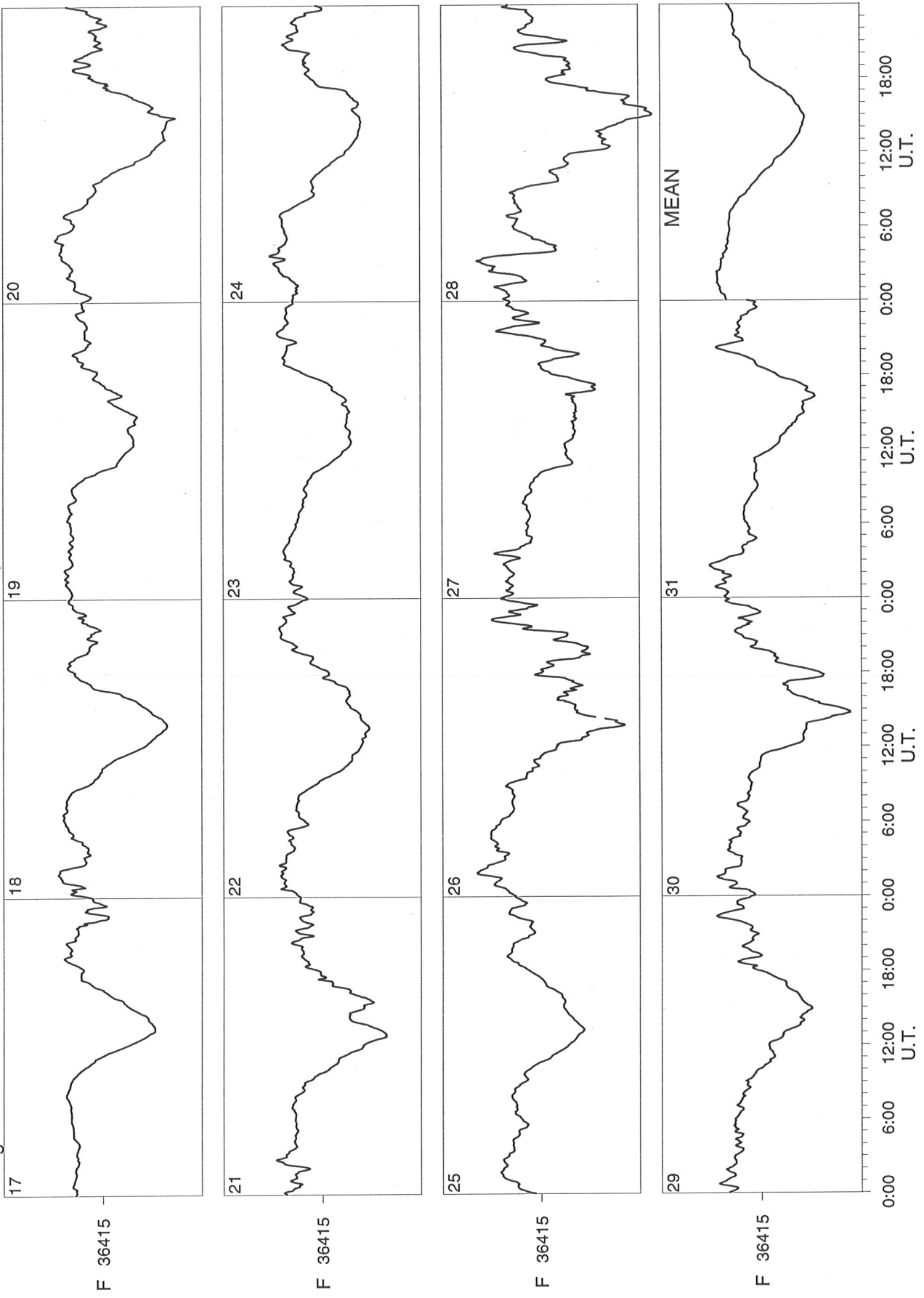


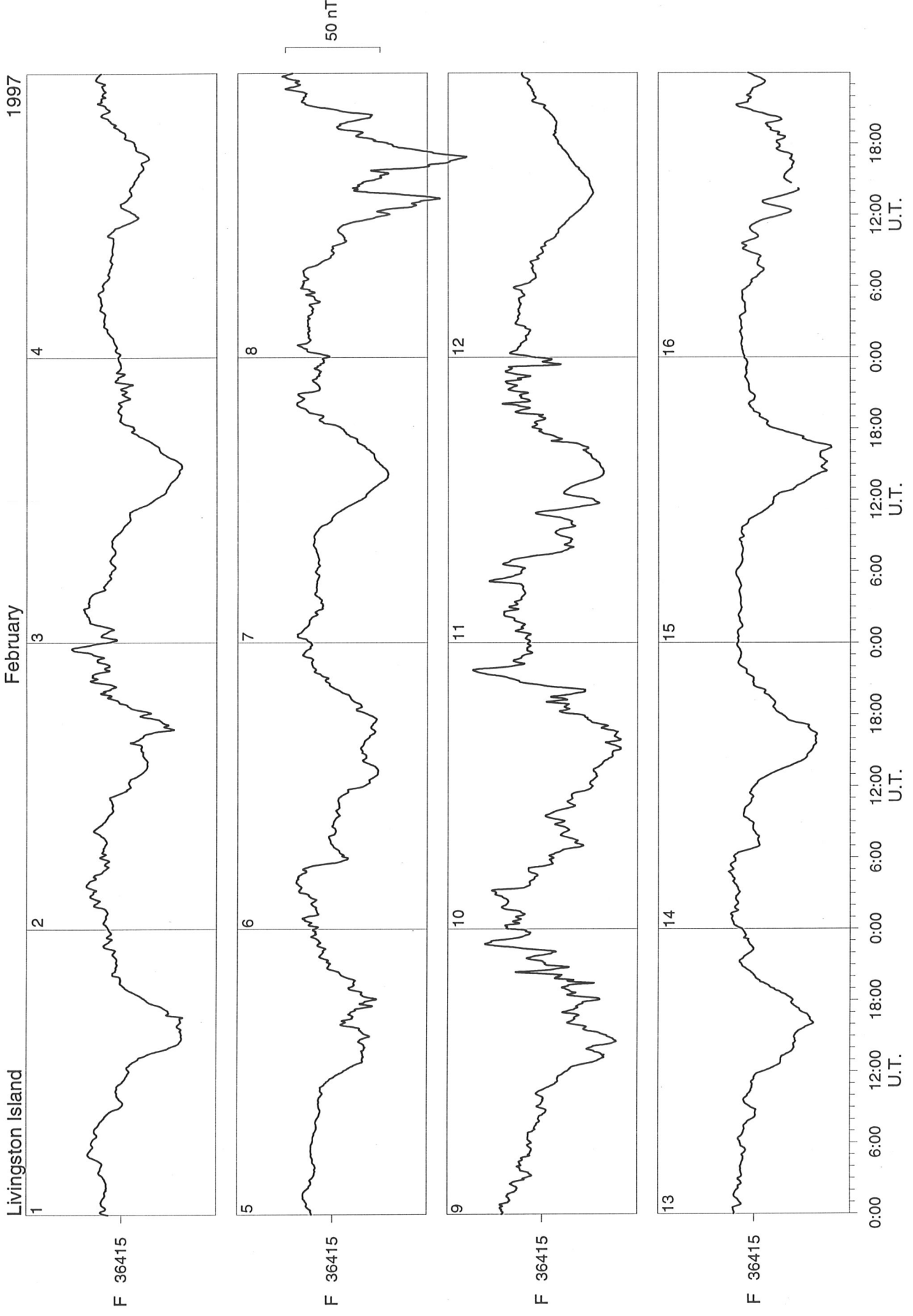


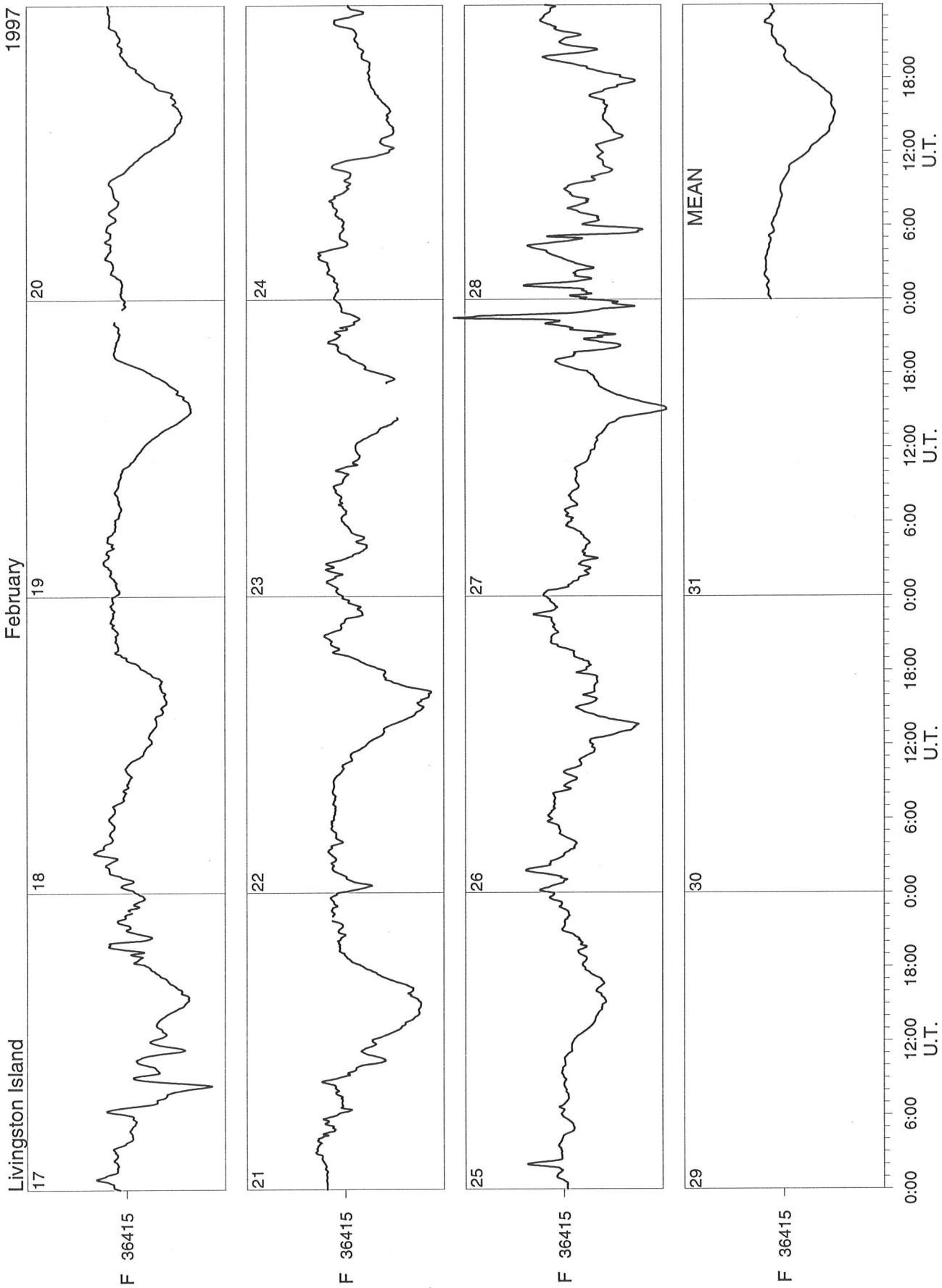


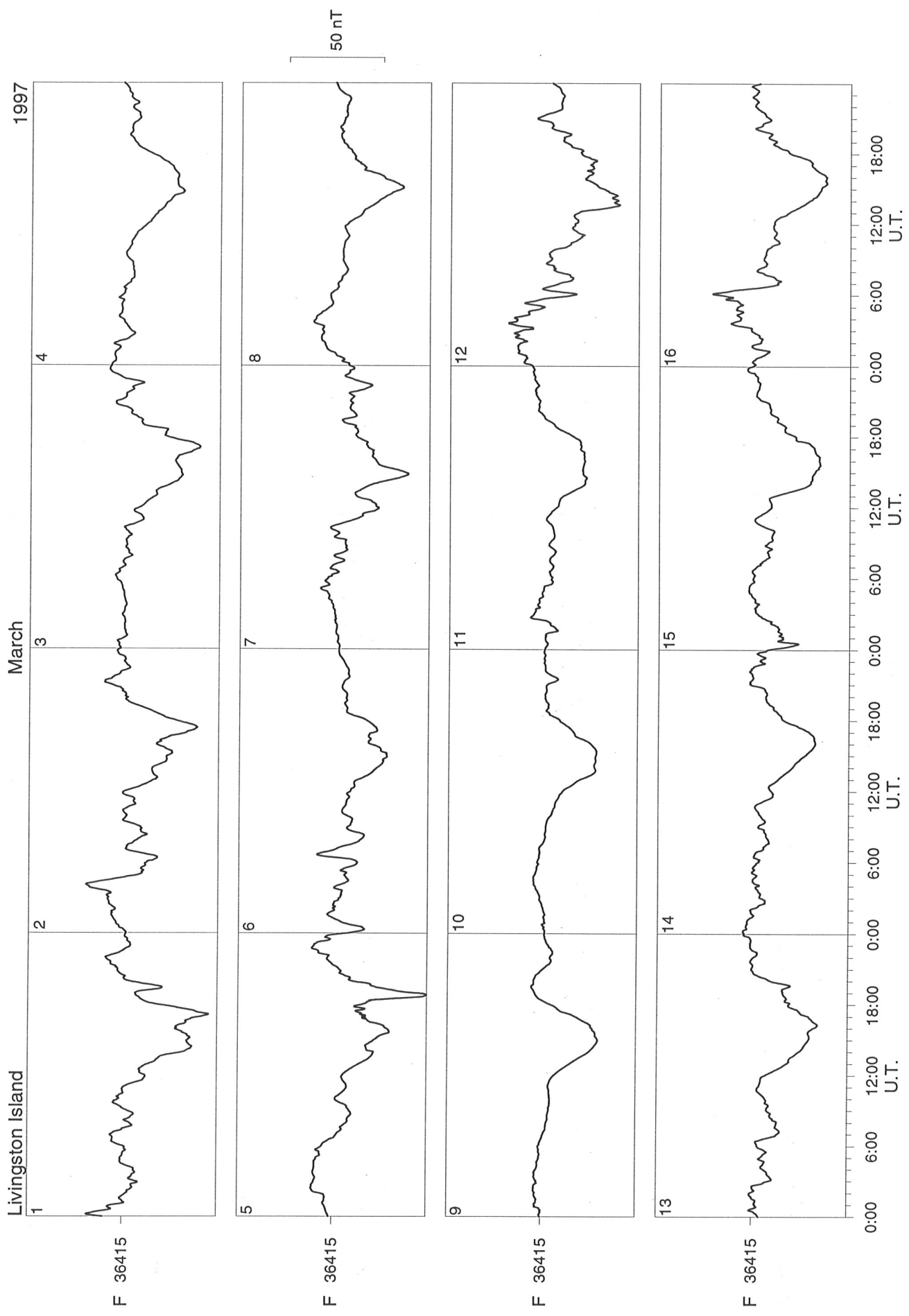


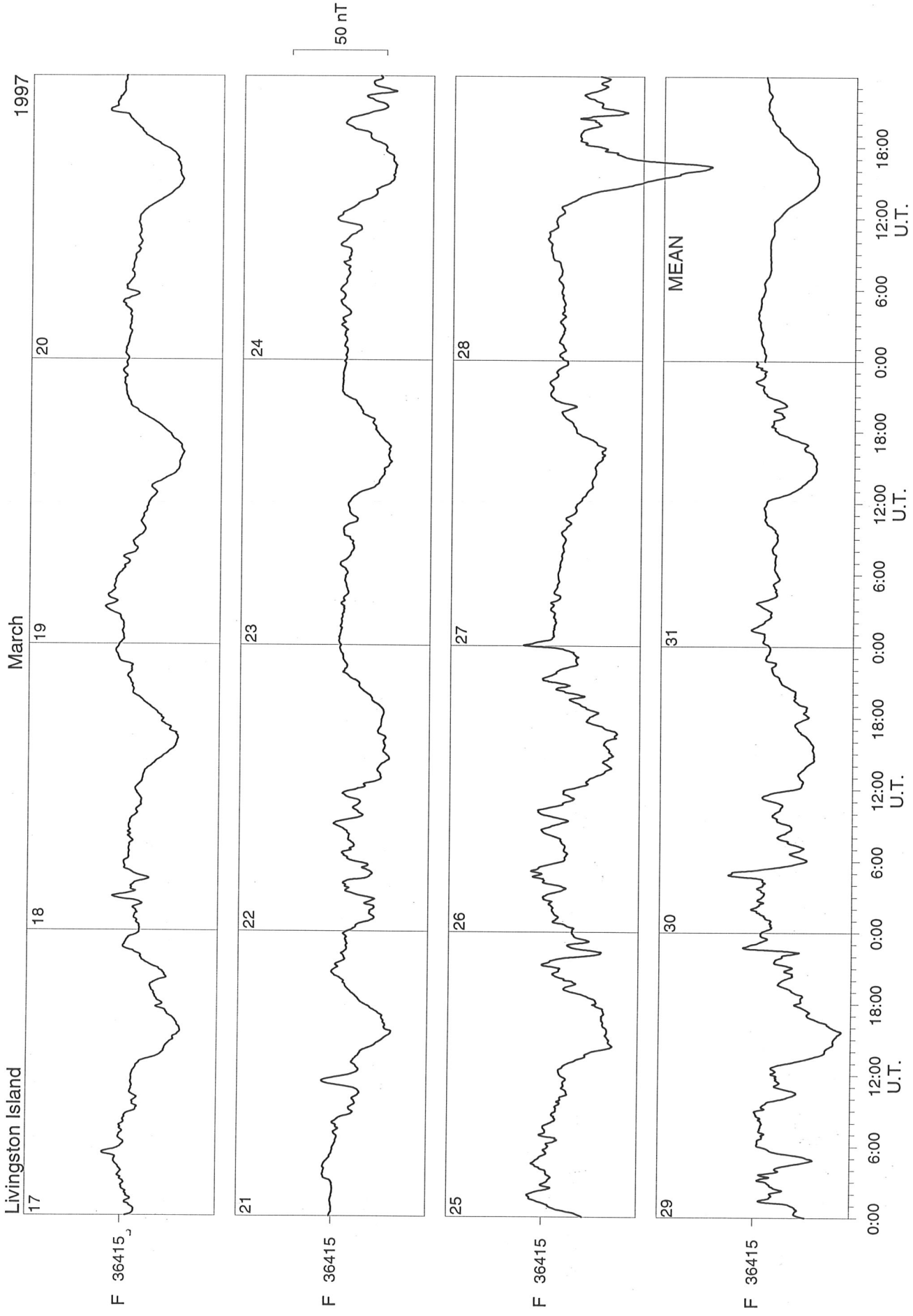


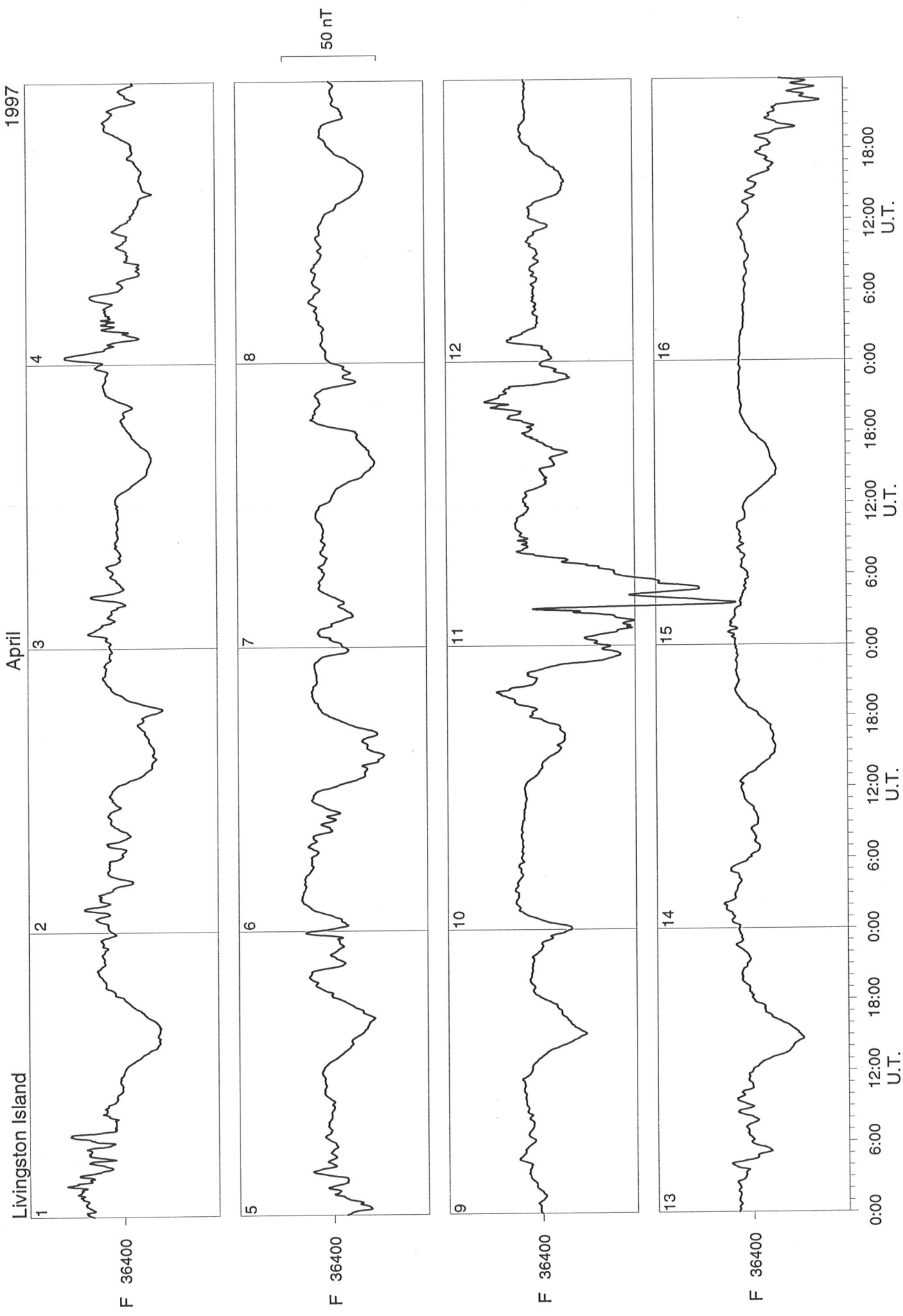


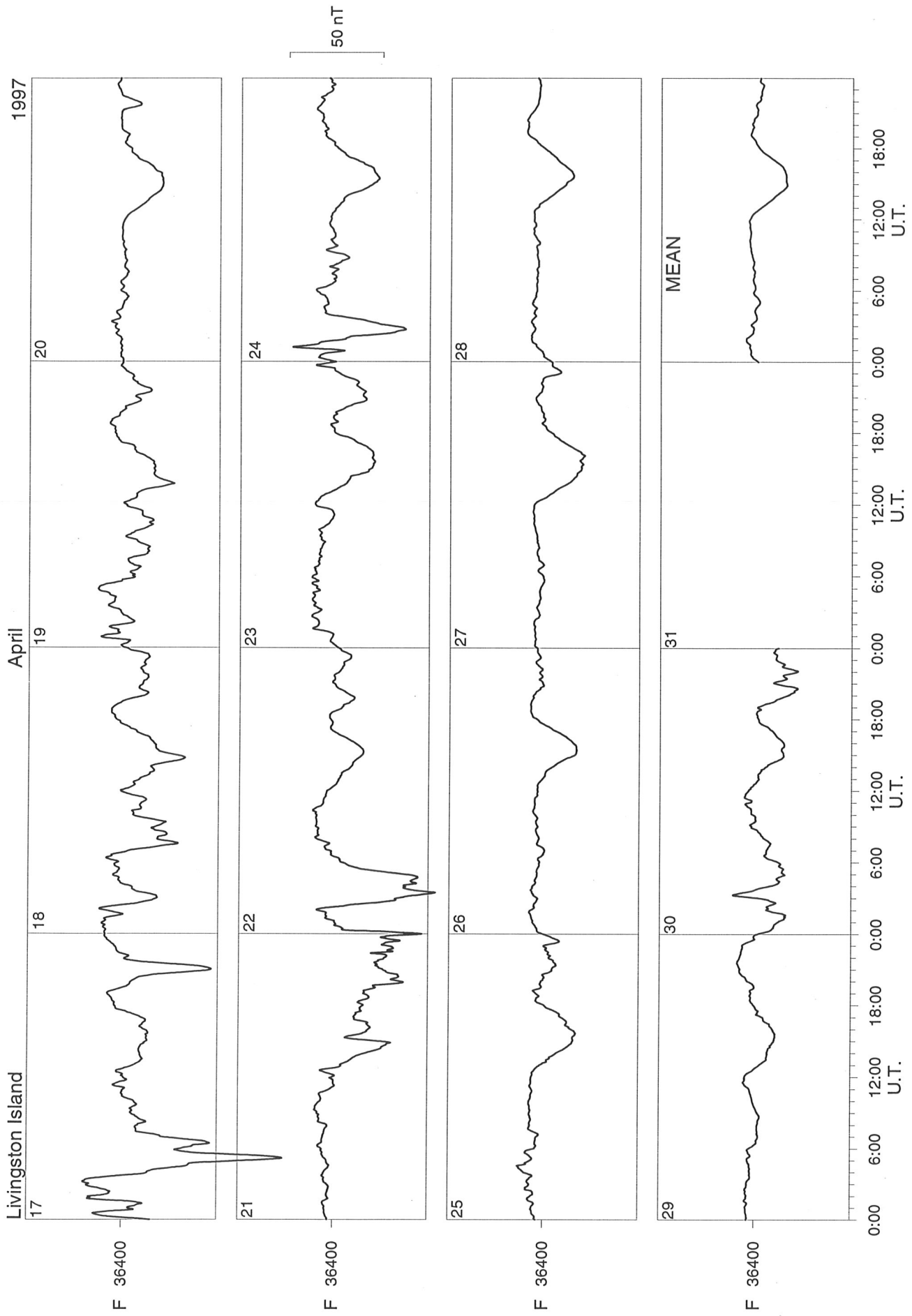


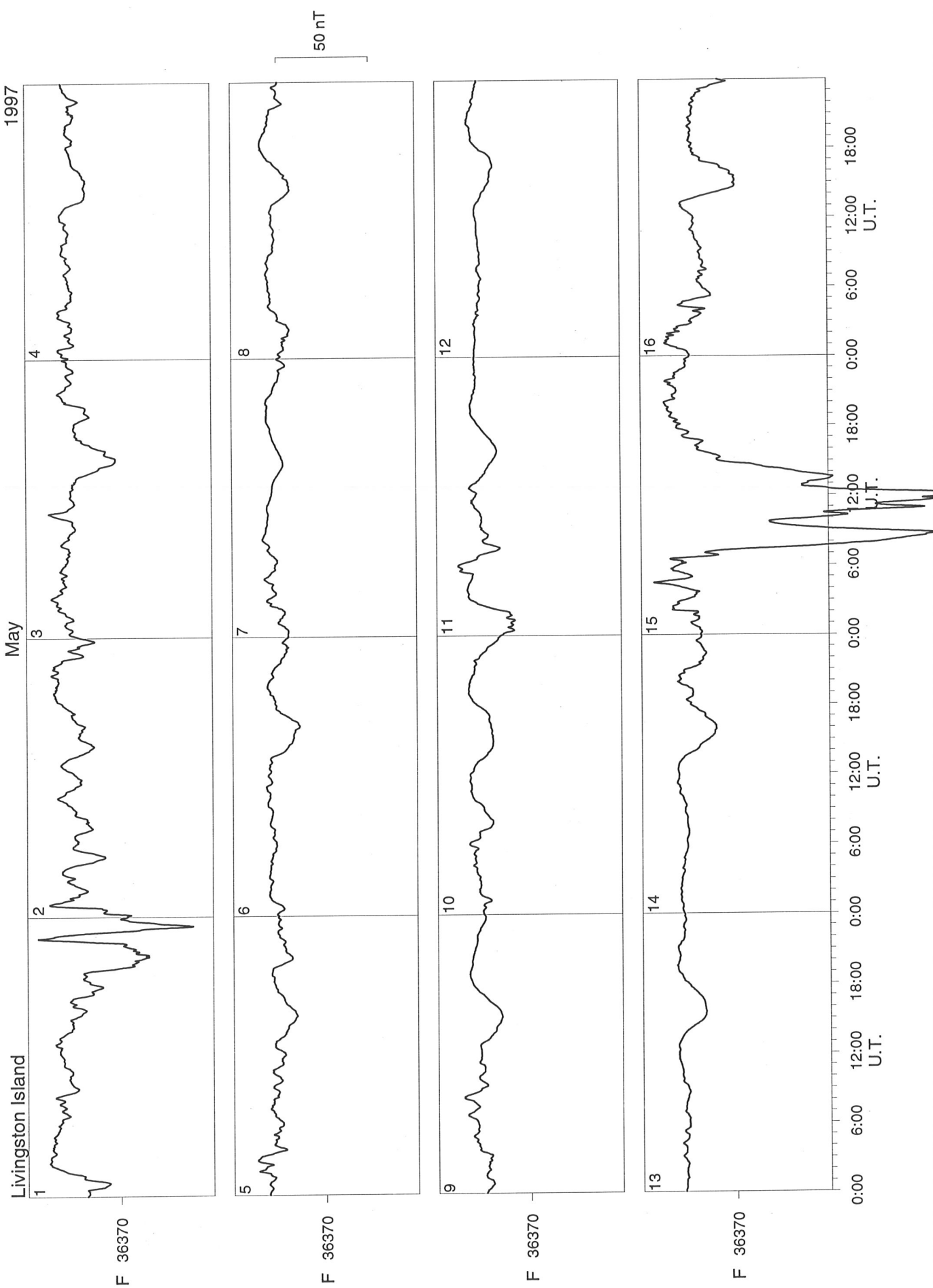


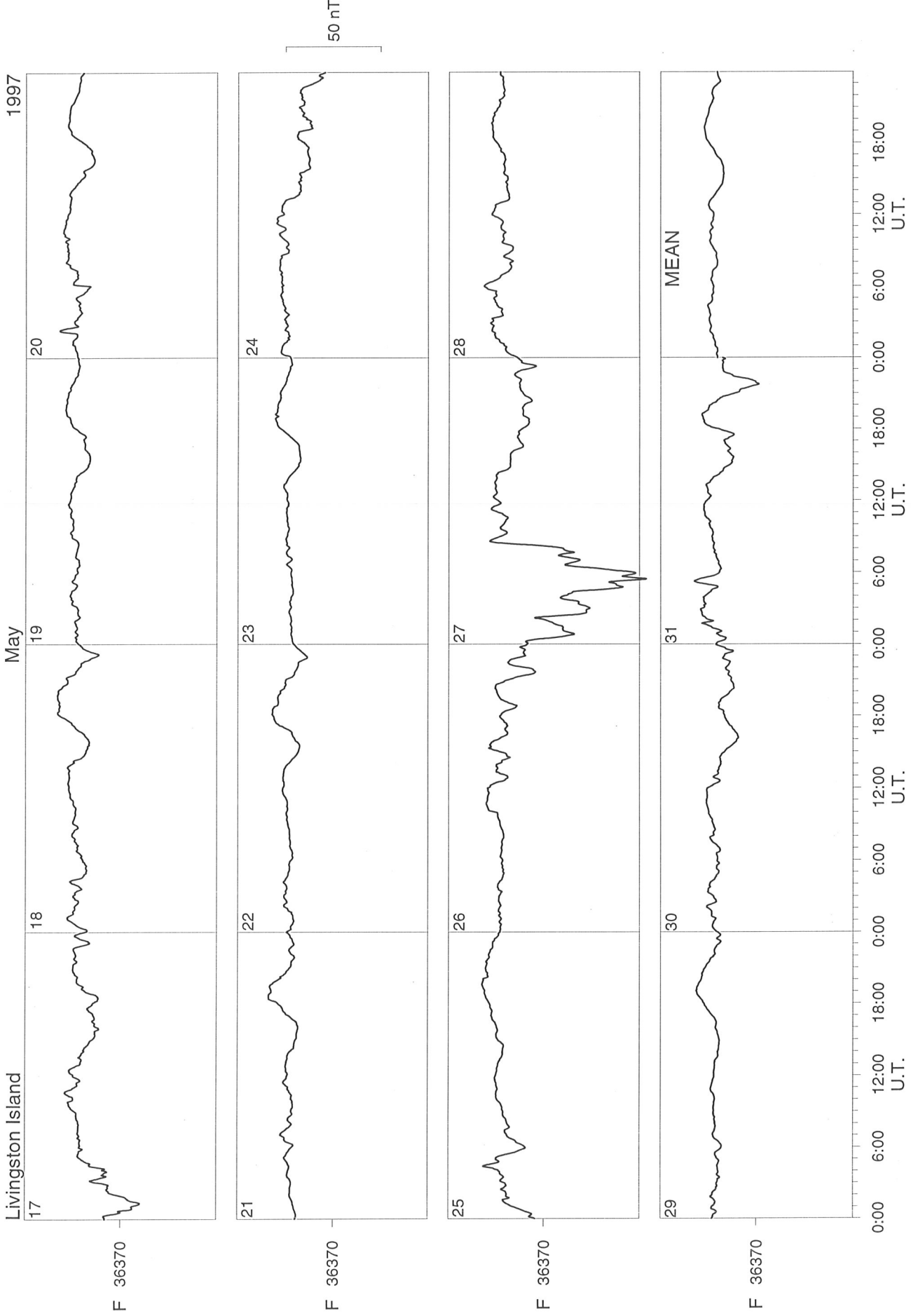


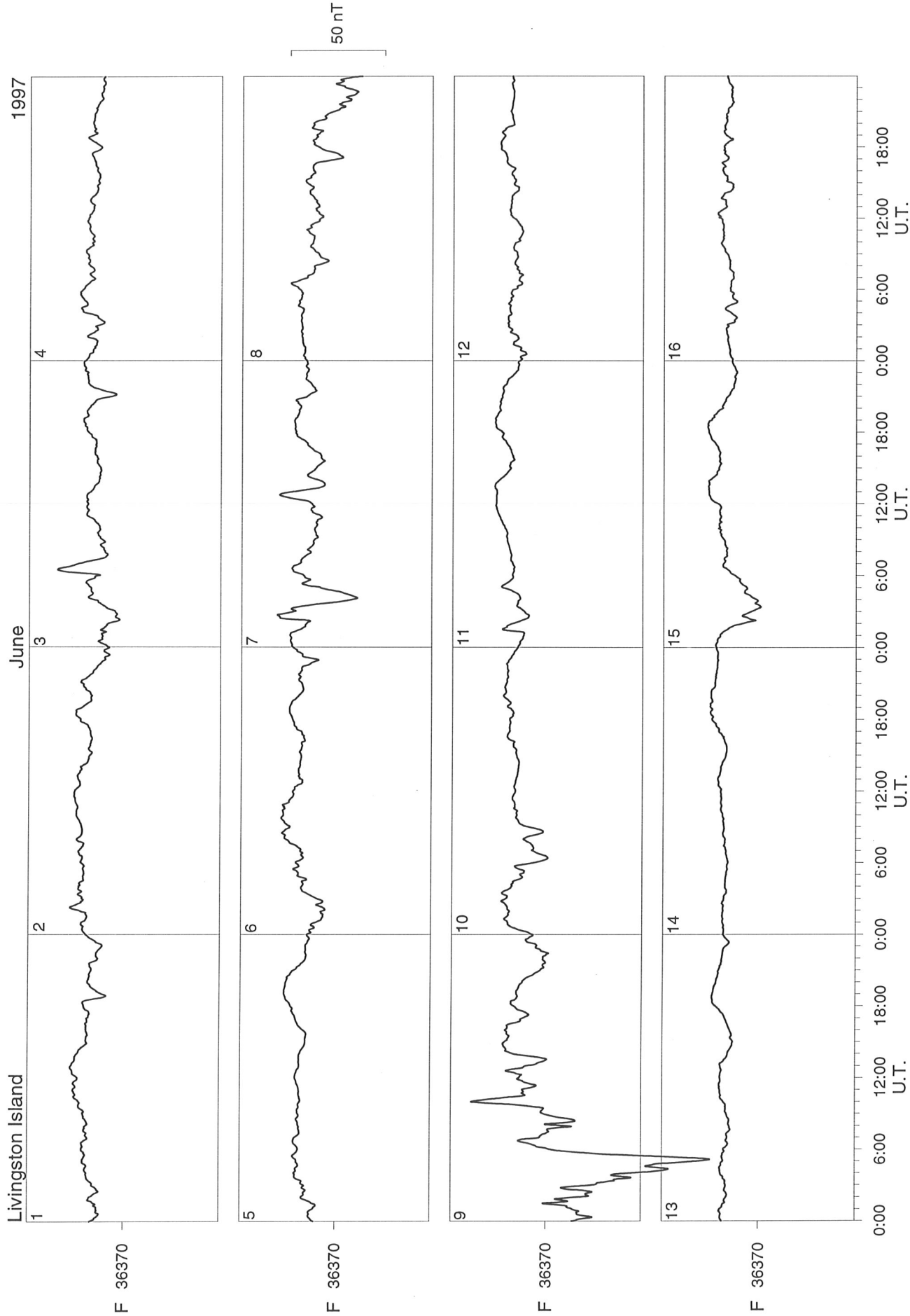


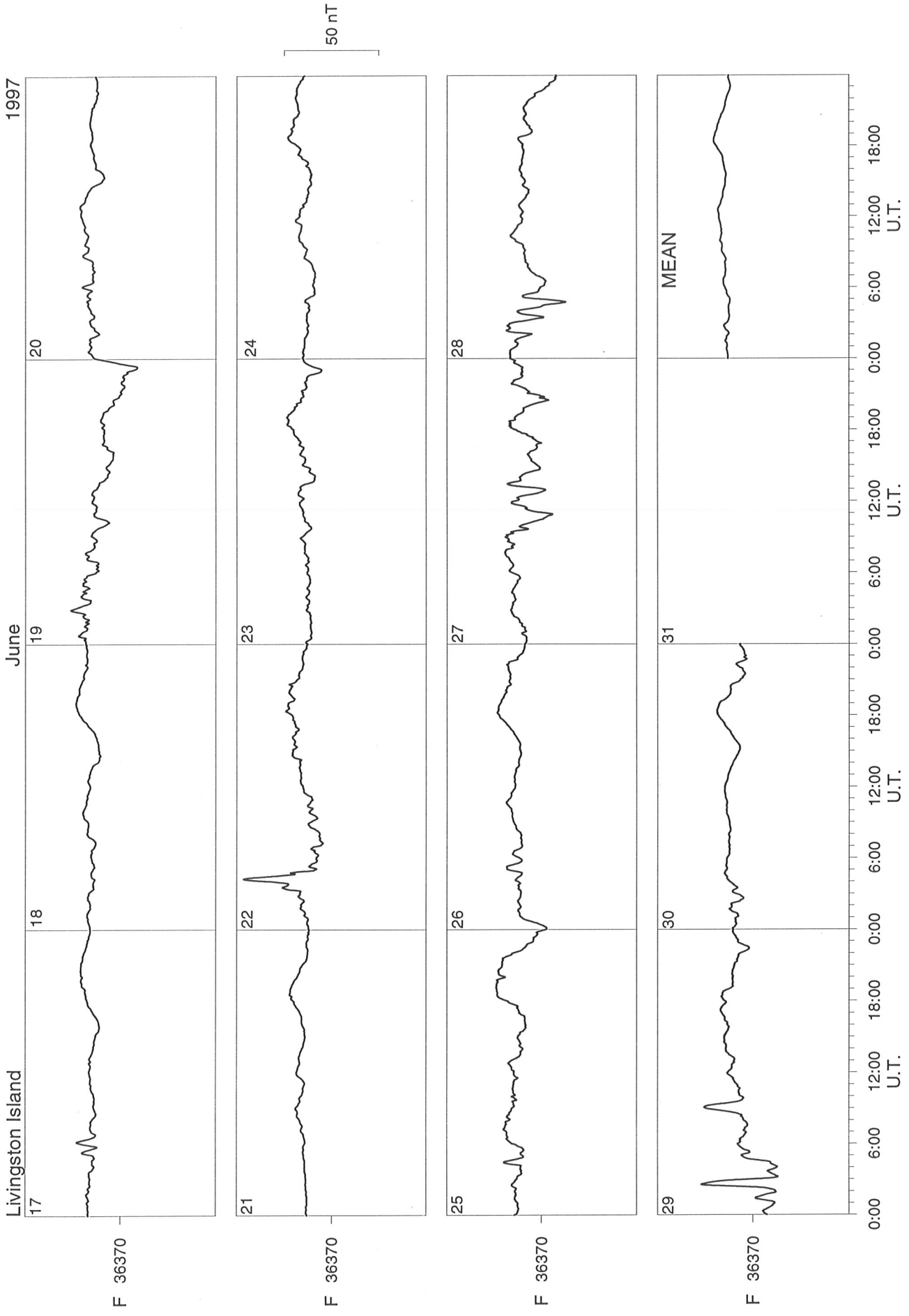


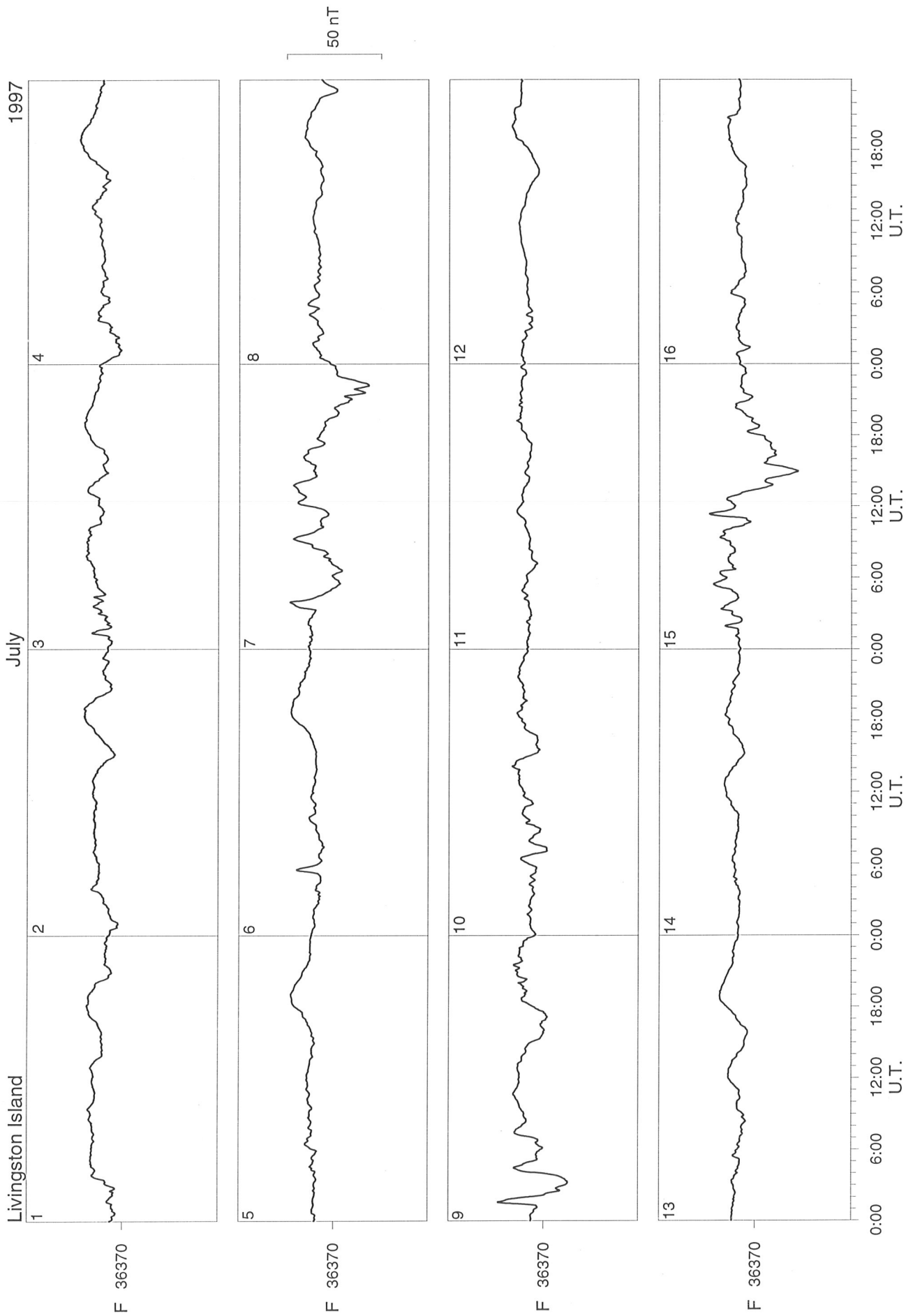


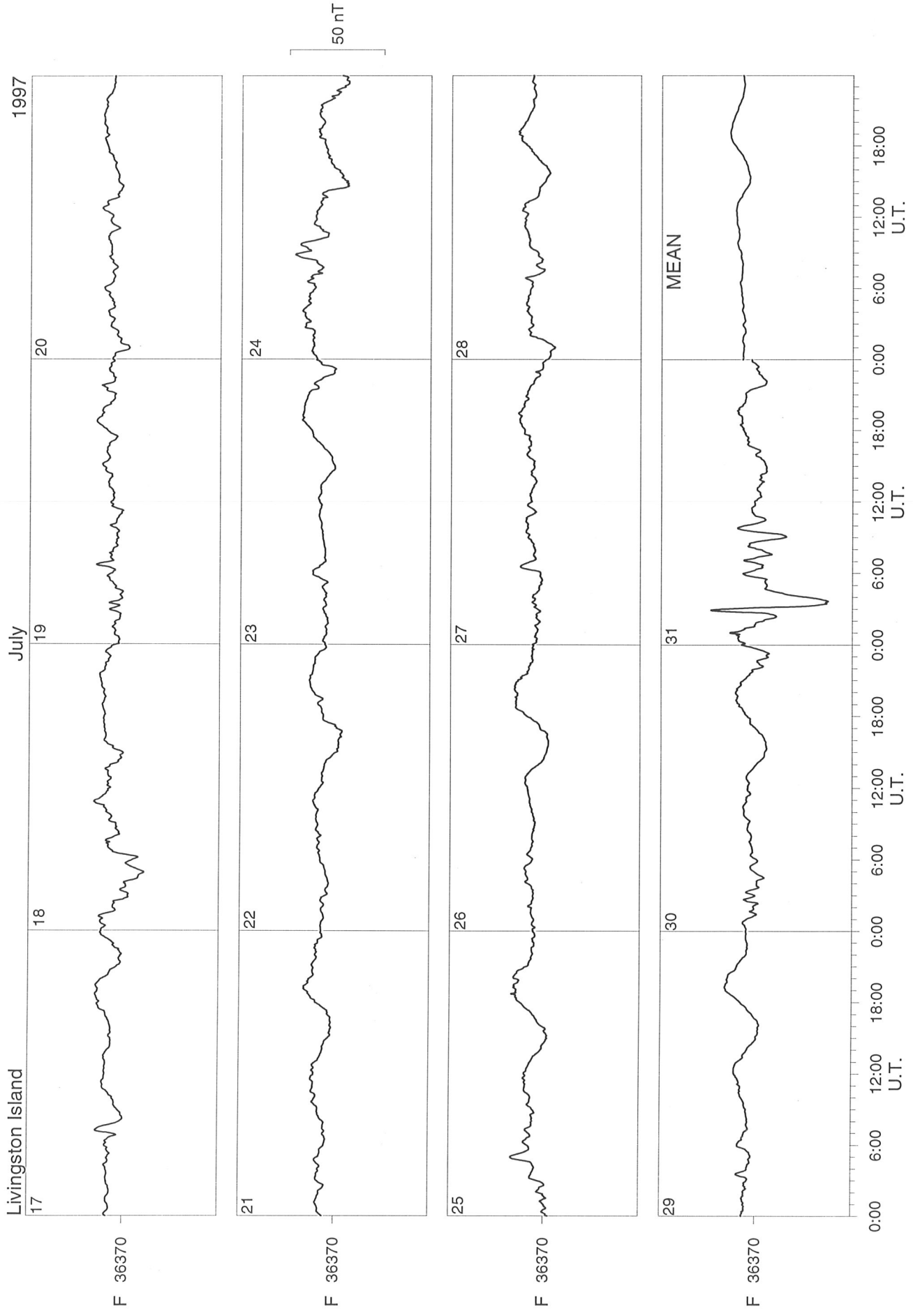


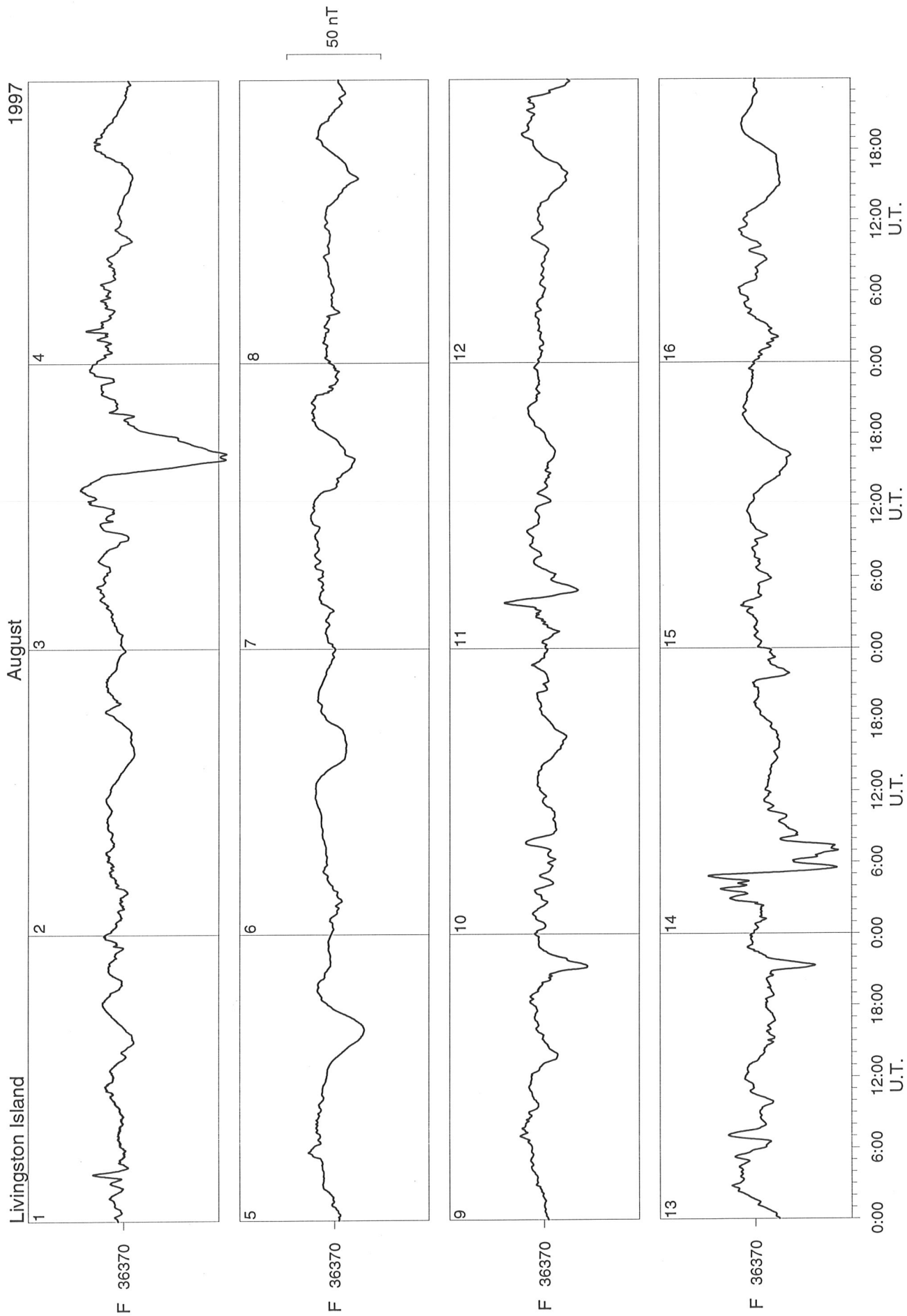












17

18

19

20

F 36370



21

22

23

24

F 36370



50 nT

25

26

27

28

F 36370



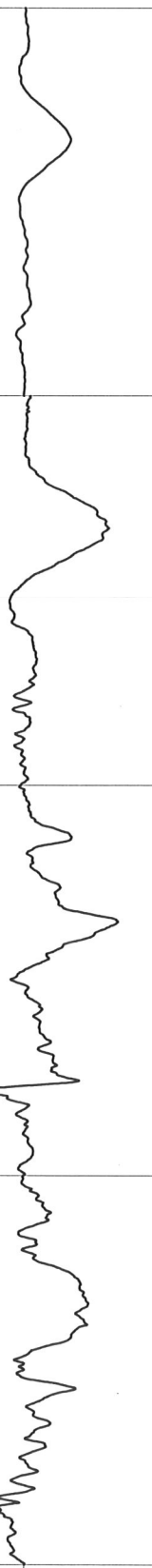
29

30

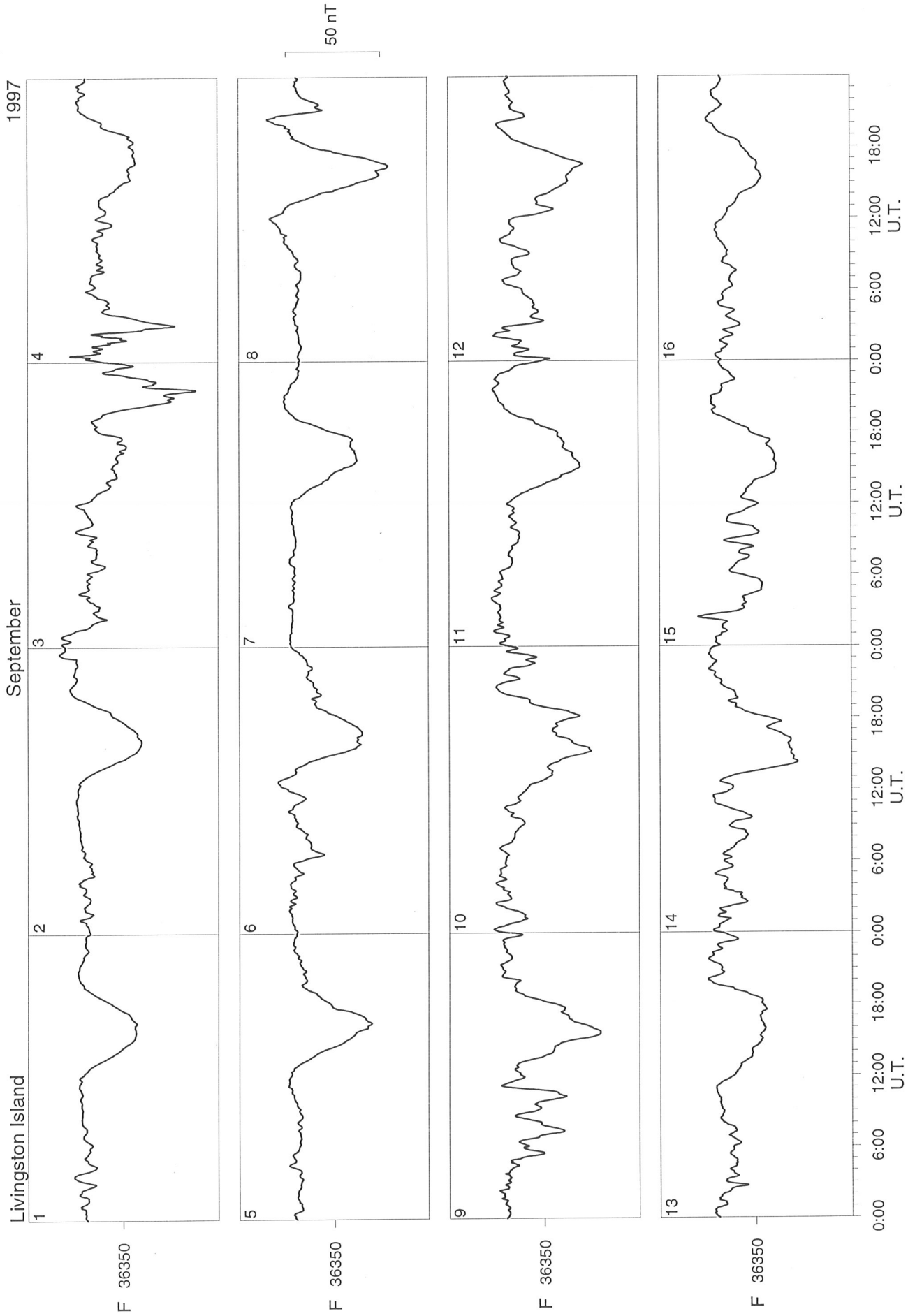
31

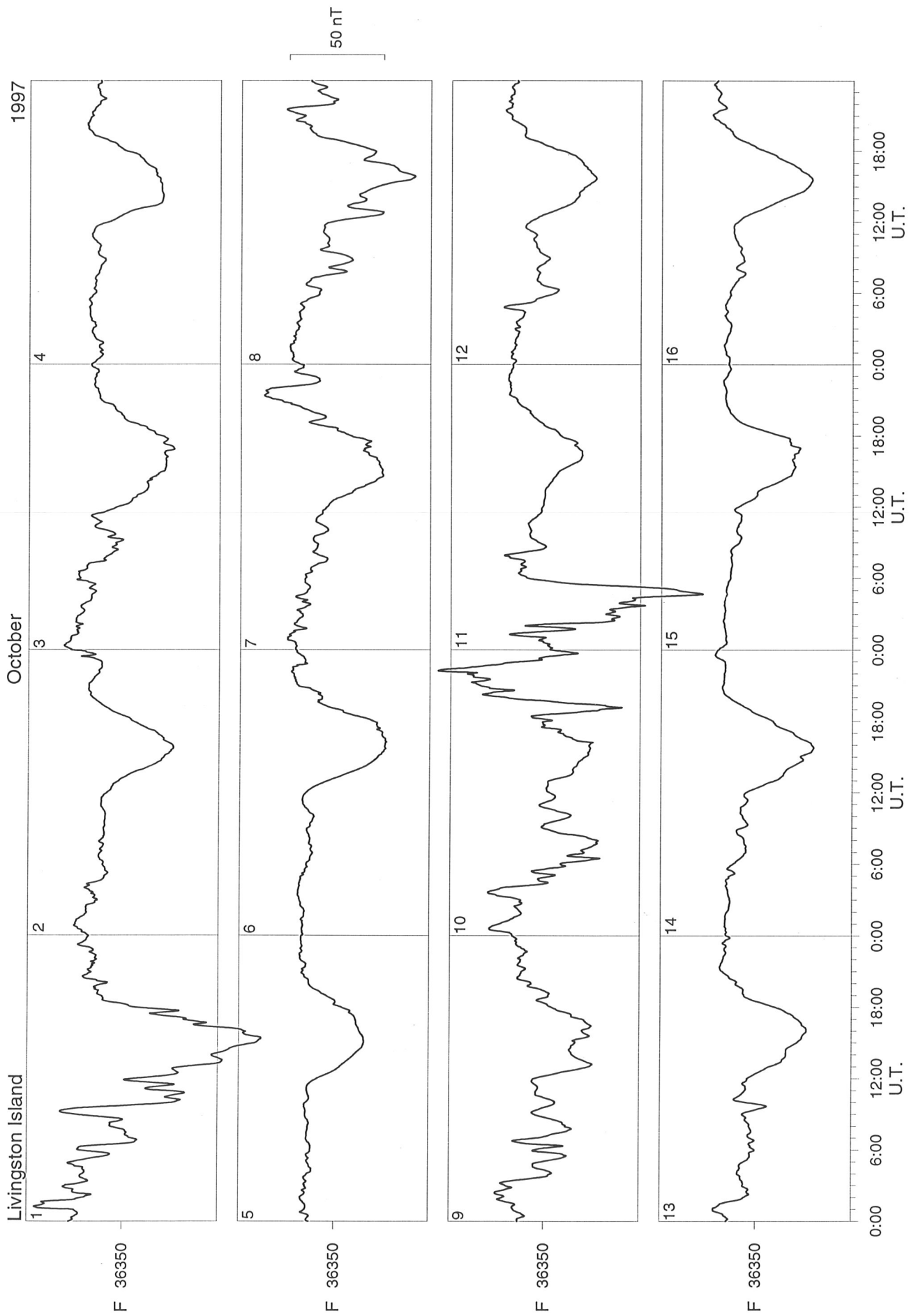
MEAN

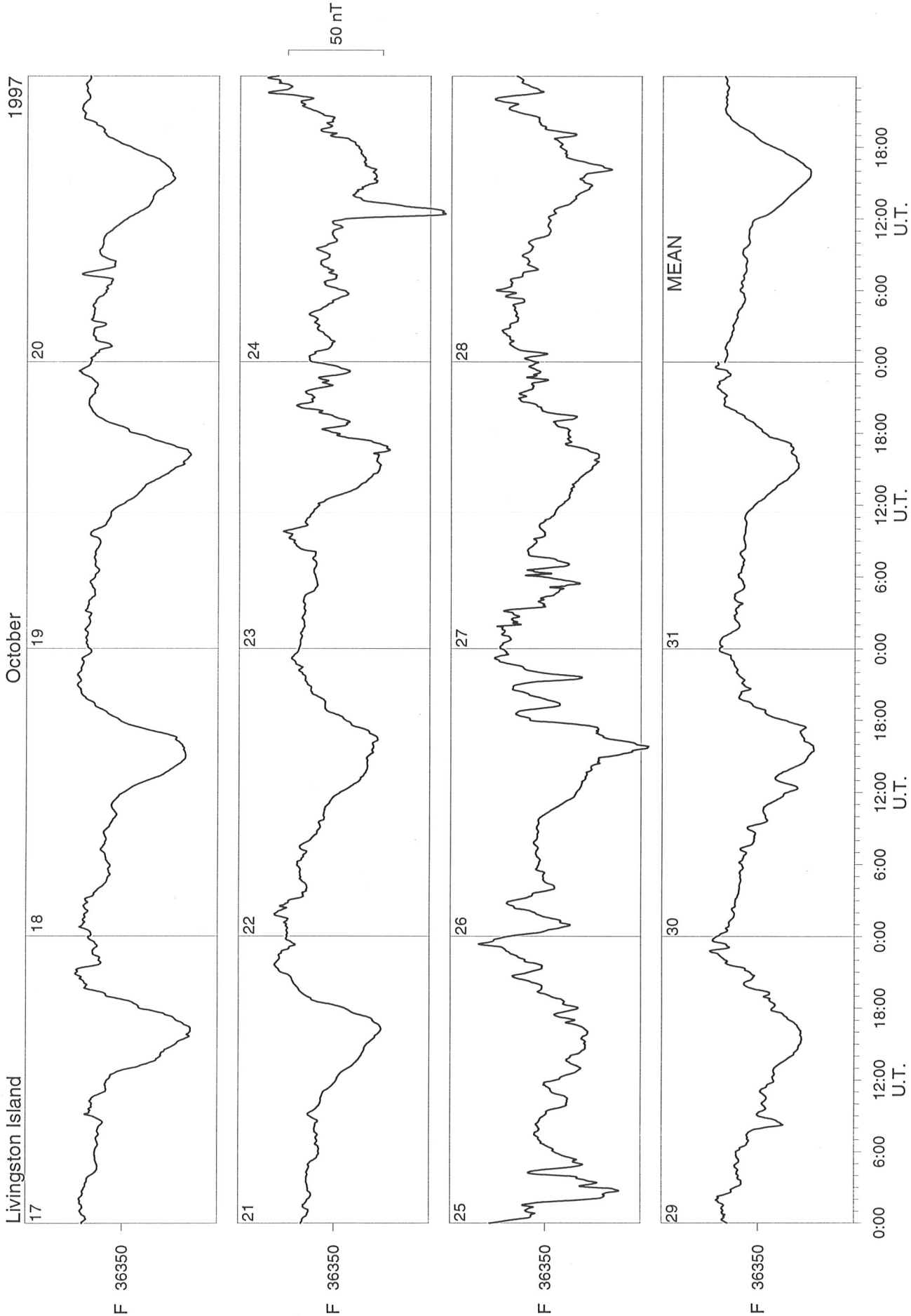
F 36370

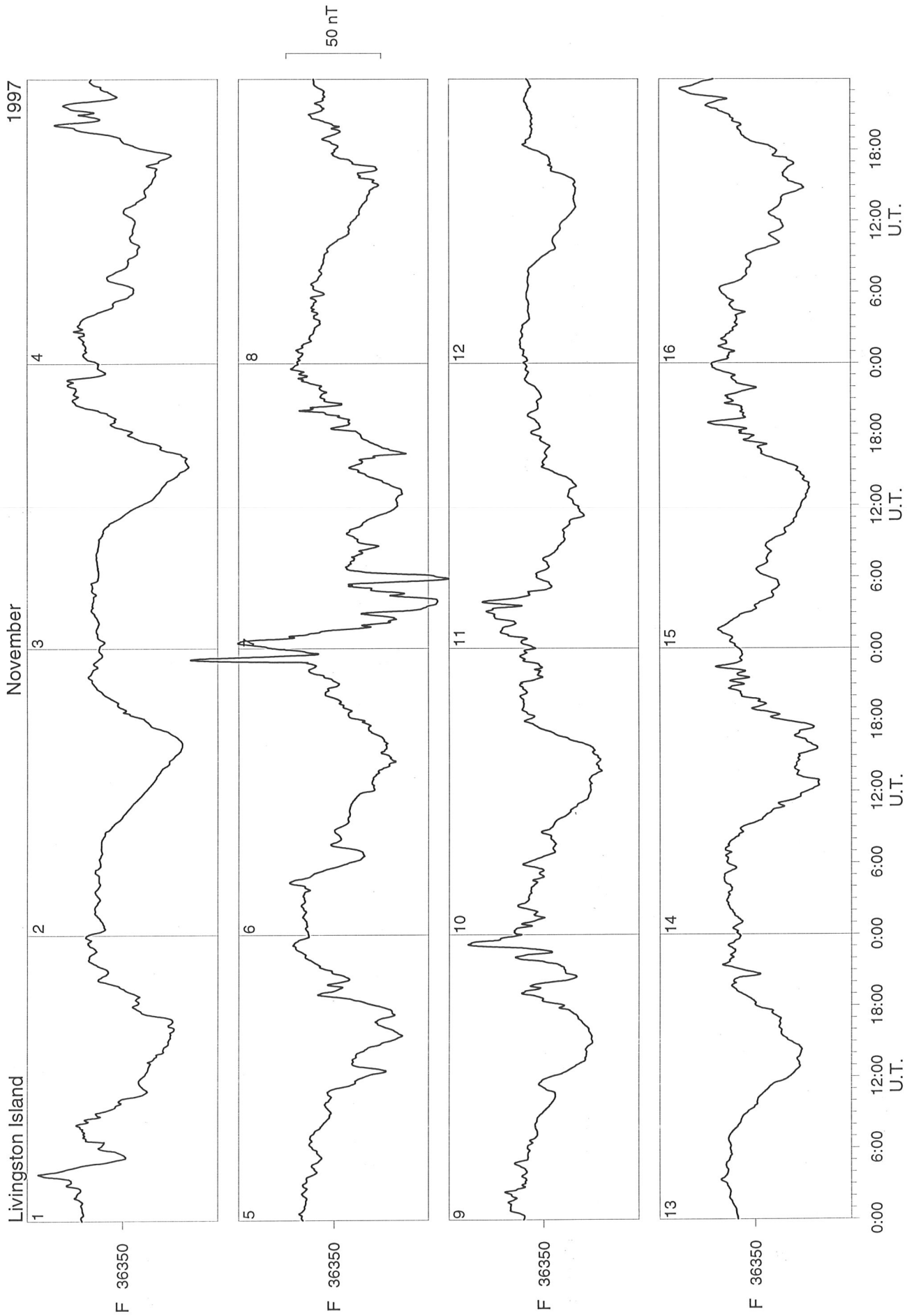


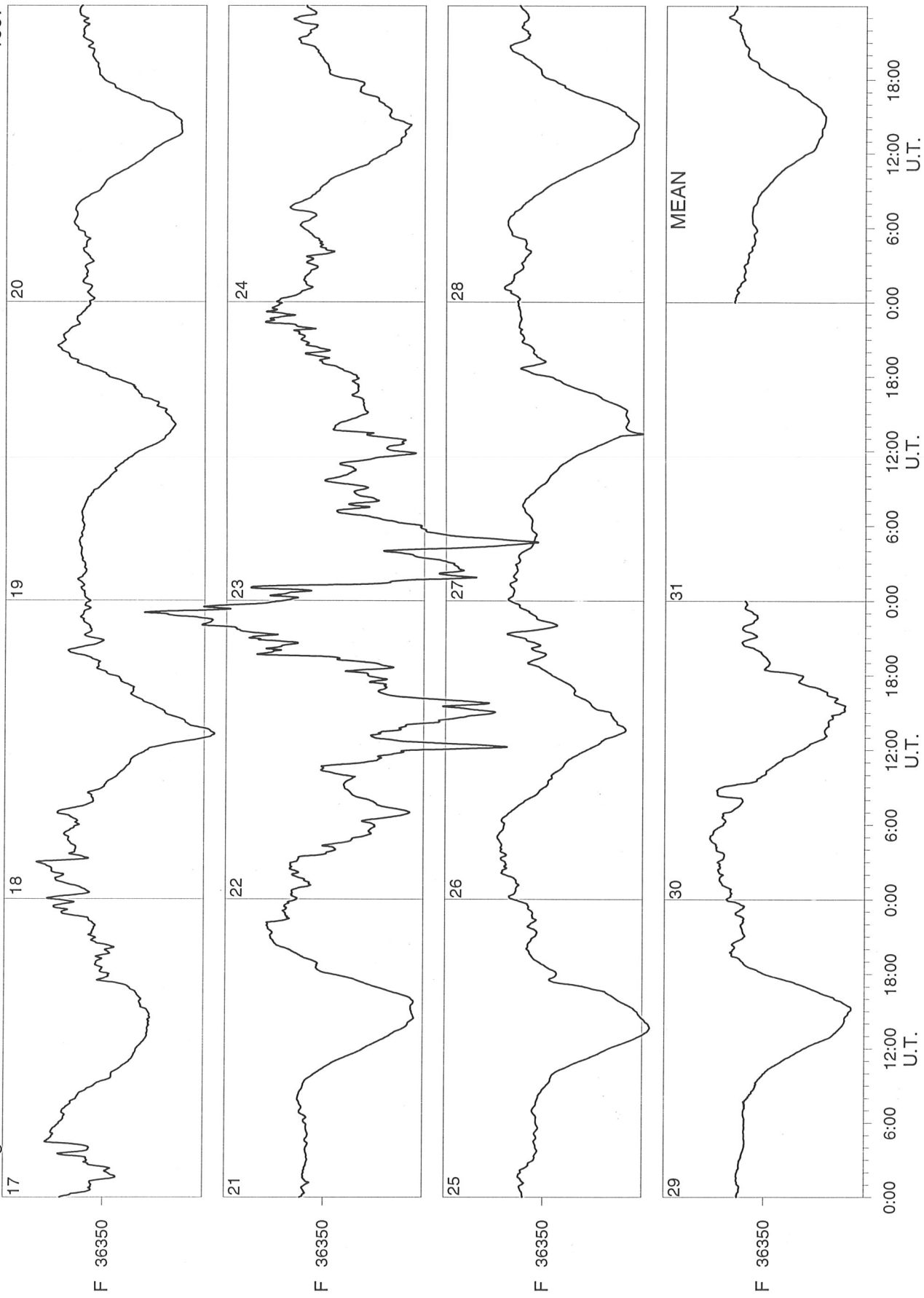
0:00 6:00 12:00 18:00 0:00 6:00 12:00 18:00 0:00 6:00 12:00 18:00
U.T. U.T. U.T.

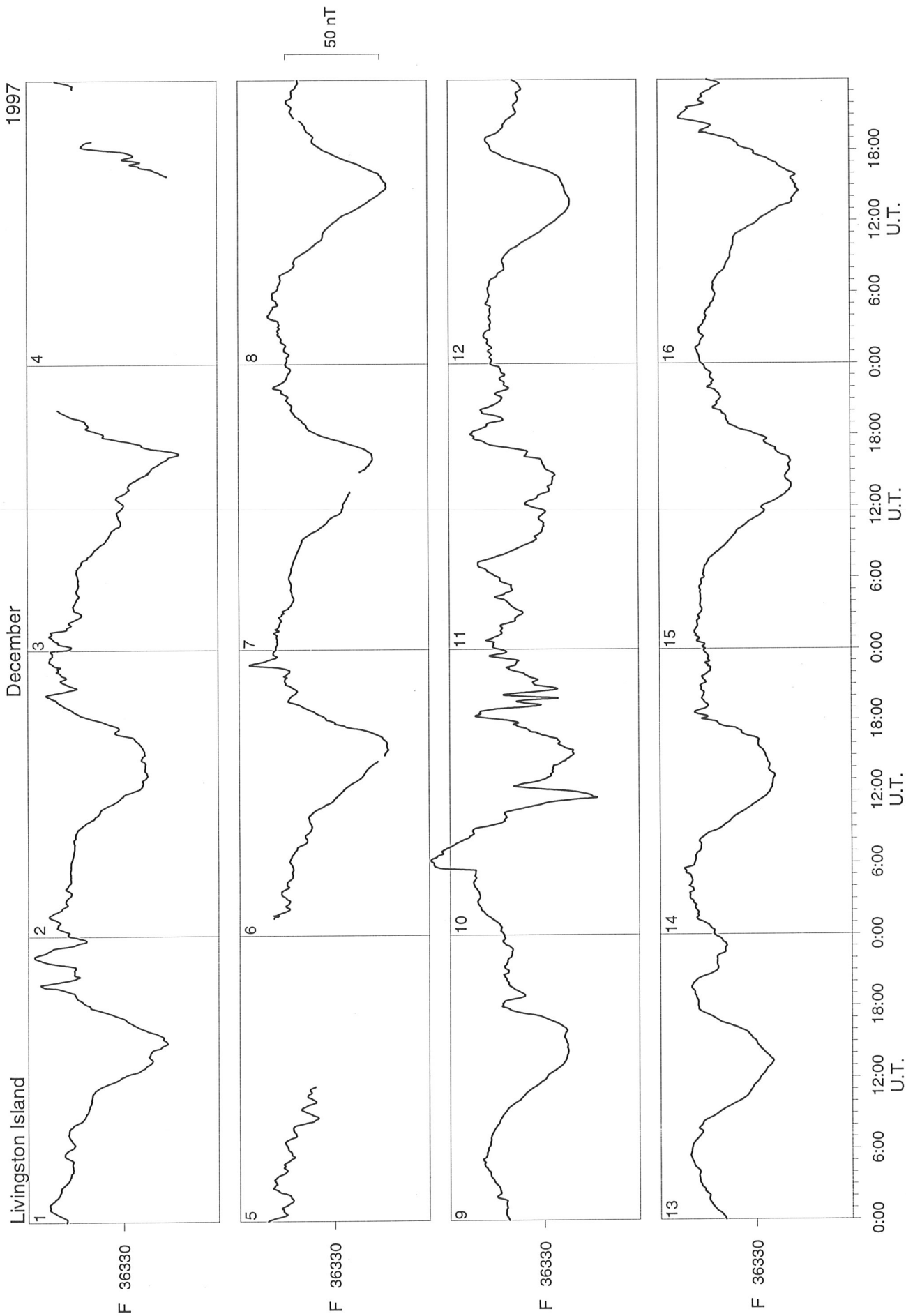


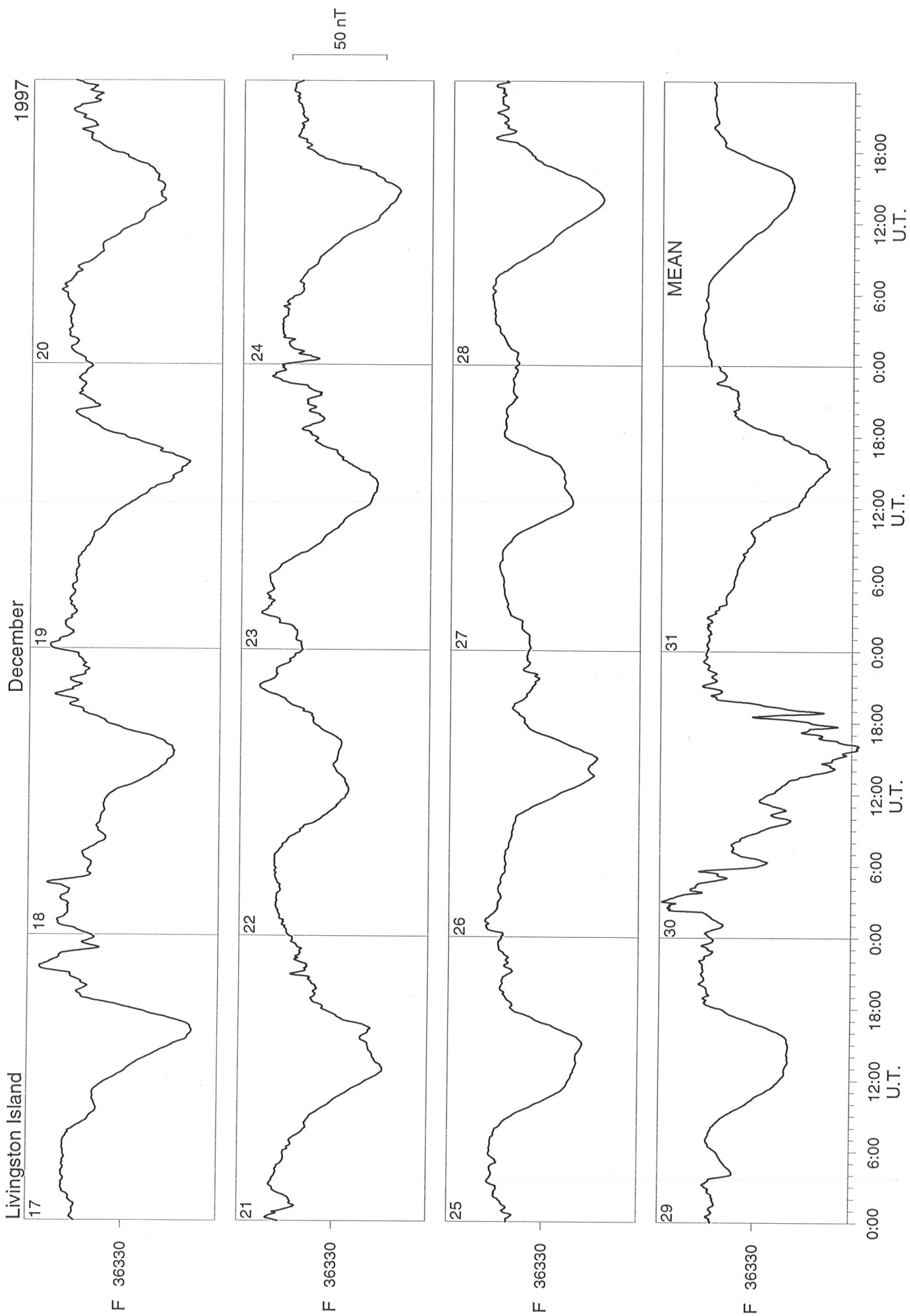


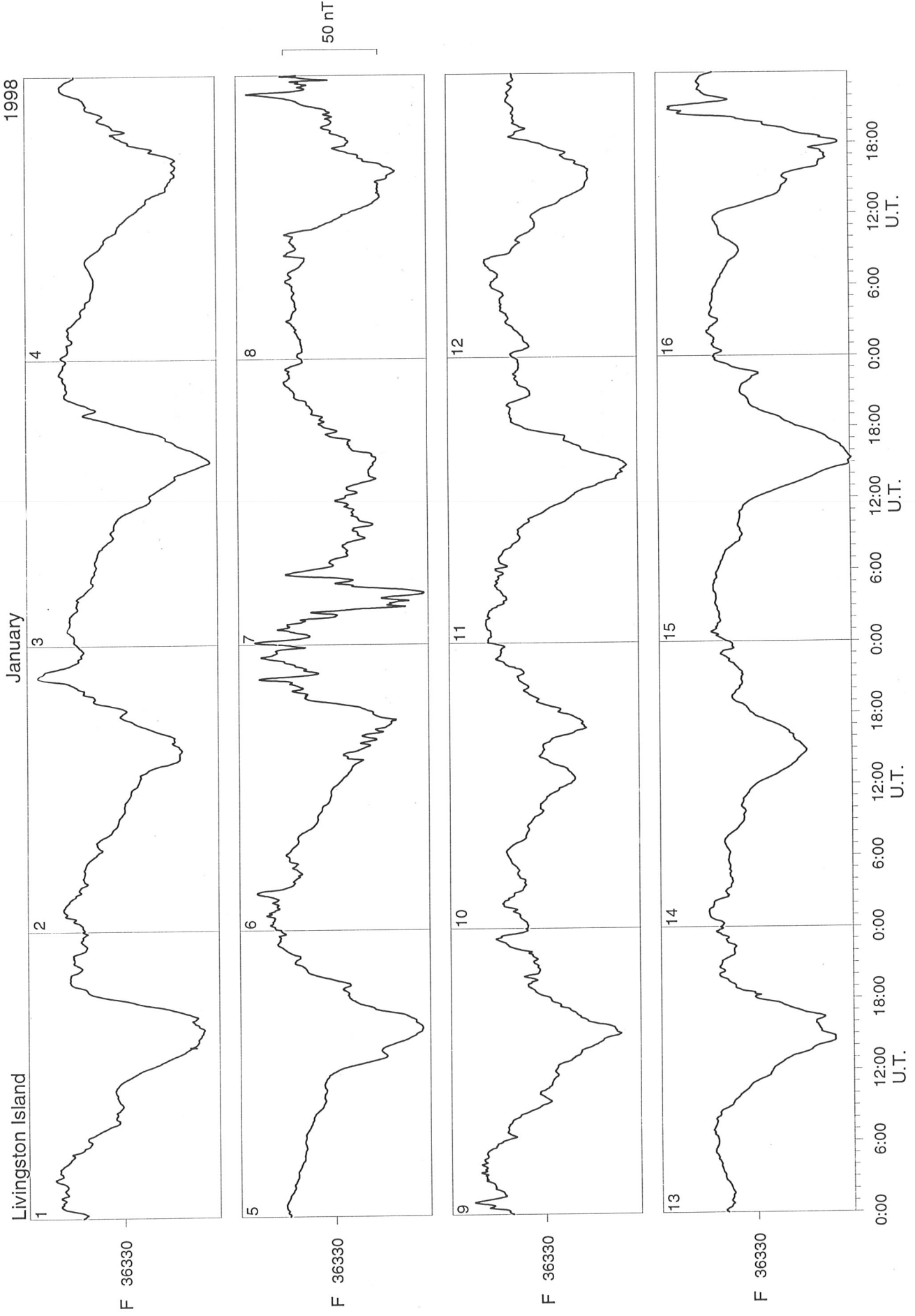


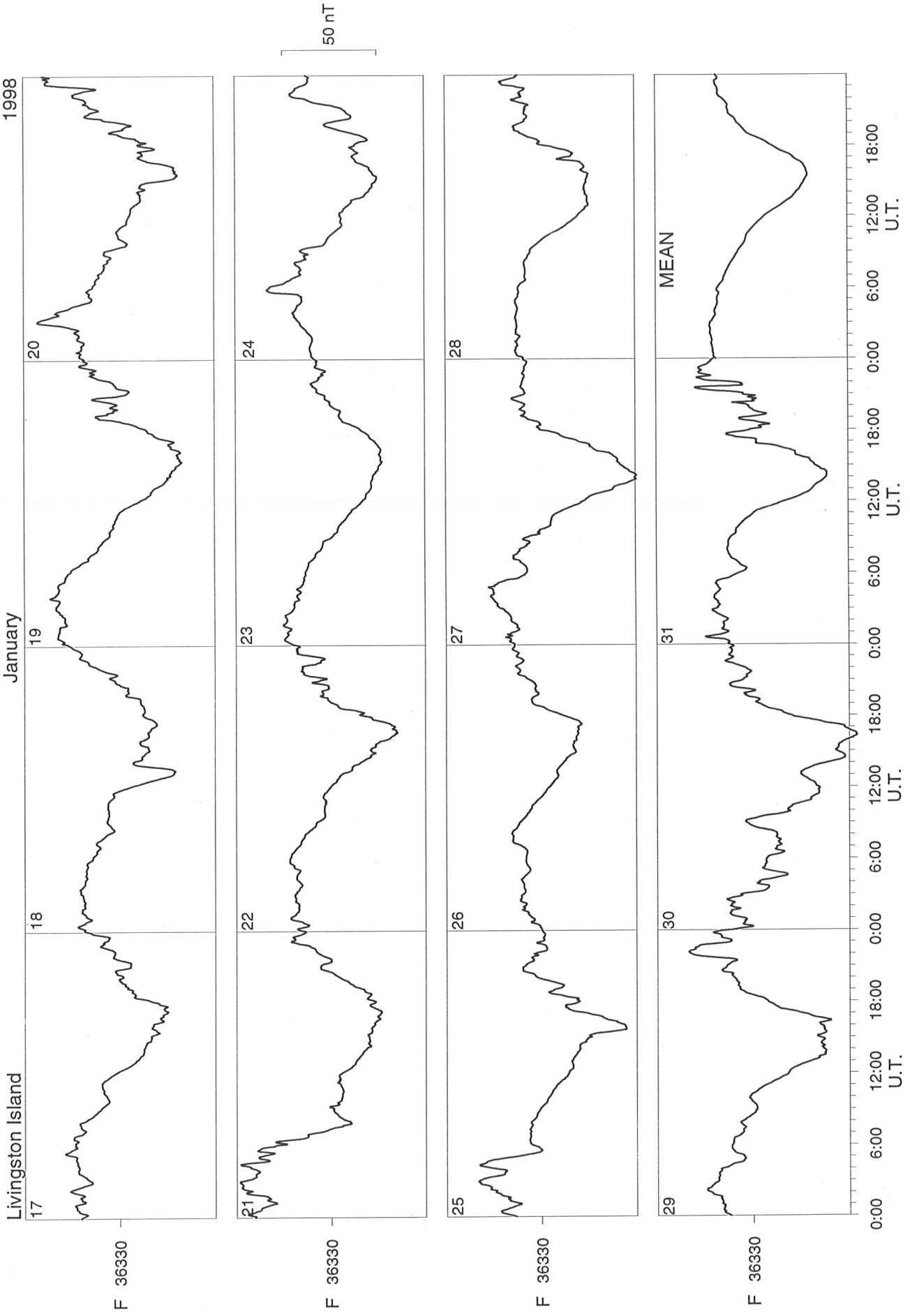


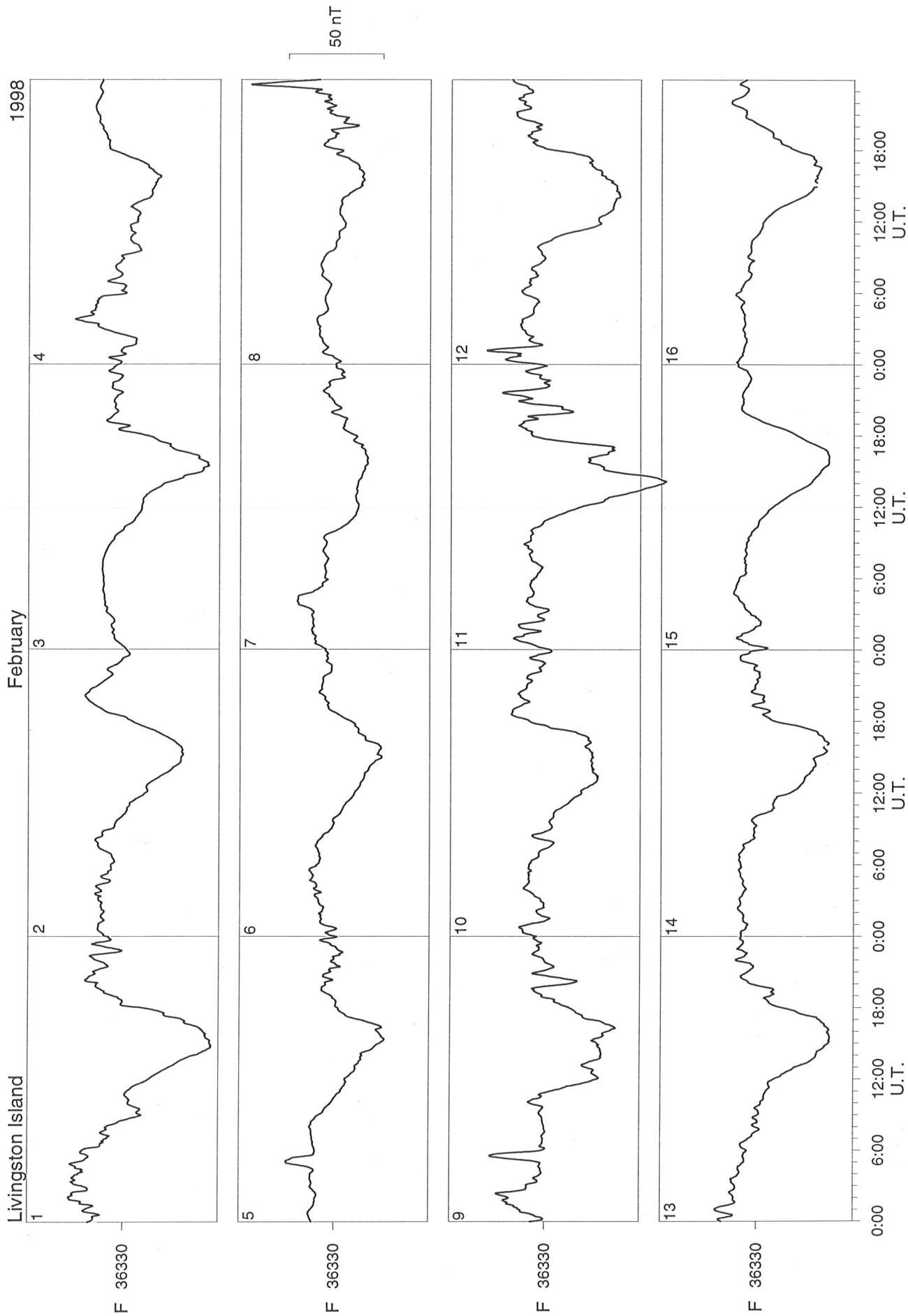


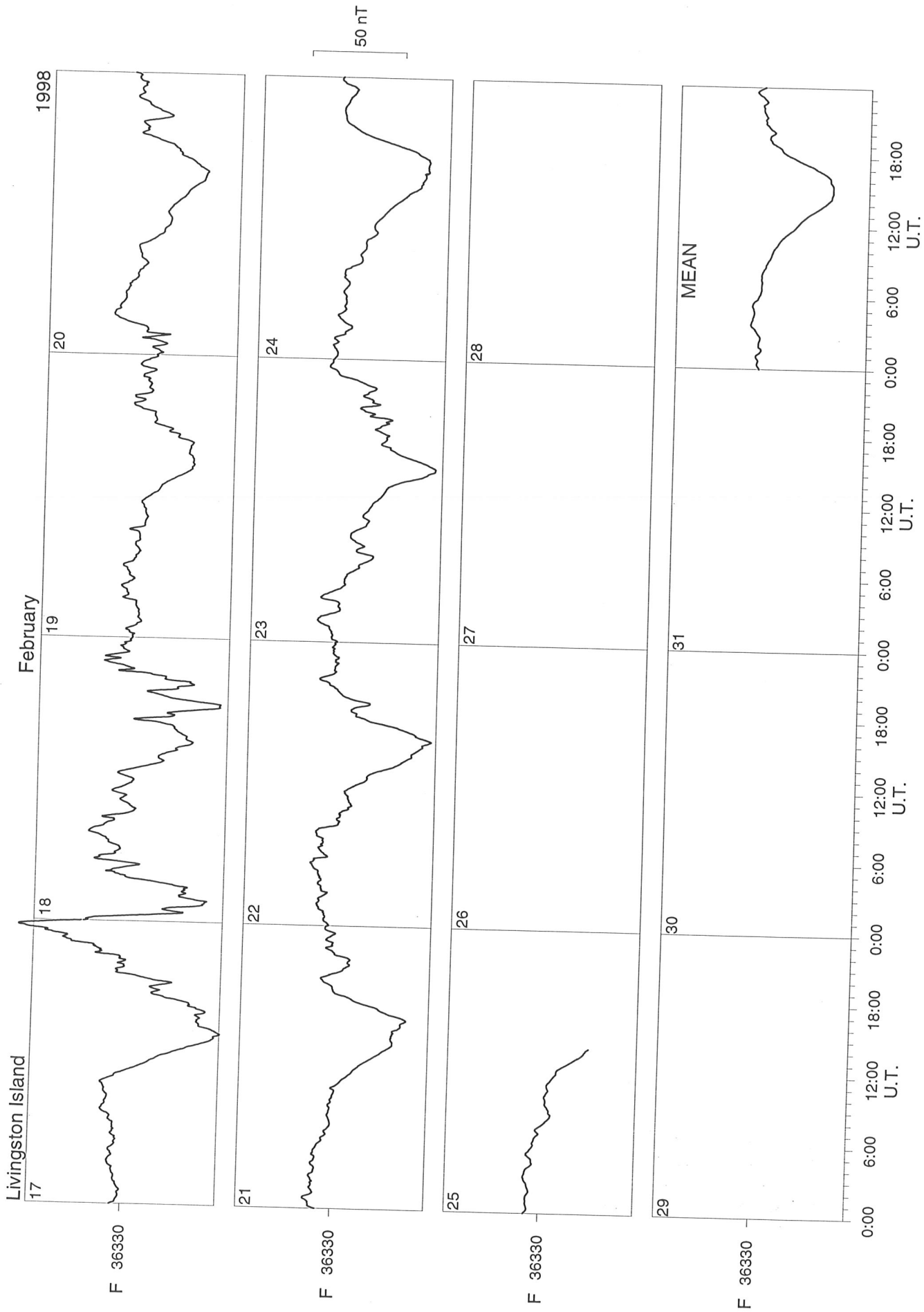












Copyright: Observatori de l'Ebre.
Edita: Observatori de l'Ebre. Roquetes (Tarragona).
ISSN: 0211-4534.
Impressió: Coop. Gràfica Dertosense. Tortosa.
D. L.: T. - 866-98.