

**Publicaciones del Observatori de l'Ebre
Miscelánea 42**

**OBSERVATORIO GEOMAGNÉTICO DE LA ISLA LIVINGSTON
BOLETÍN 1998 Y CAMPAÑA 1998-1999**

***LIVINGSTON ISLAND GEOMAGNETIC OBSERVATORY
1998 AND 1998-1999 SURVEY BULLETIN***

Por - *by*

**J.M. Torta¹, Benito J. Casas², L. Gaya-Piqué¹, J.J. Curto¹,
E. Sanclement¹, J.G. Solé¹, D. Altadill¹, E.M. Apostolov^{1,3},
L.F. Alberca¹, A. García⁴**

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

²Instituto Geográfico Nacional. Servicio Regional en Canarias.

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

⁴Departamento de Volcanología. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid.

1. INTRODUCCIÓN

En este Boletín se presentan las observaciones magnéticas registradas en el Observatorio Geomagnético de la Isla Livingston durante 1998, incluyendo la Campaña Antártica 1998-1999 (es decir, extendiéndolas hasta el 22 de Febrero de 1999). Su instalación y operación se enmarcaron en el Proyecto ANT95-0994-C03 del Programa Nacional de Investigación en la Antártida, continuadas por el Proyecto ANT98-0886. 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. Una evaluación de la homogeneidad espacial de las variaciones registradas, así como de la particular anomalía magnética en el Observatorio puede encontrarse en TORTA *et al.* (1999).

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 los anteriores Boletines (TORTA *et al.*, 1997a; TORTA *et al.*, 1998) se resumían las medidas realizadas desde esa fecha hasta el 25 de febrero de 1998, día en que el personal científico y técnico abandonó la BAE al final de la Campaña 1997-1998 (la Base sólo permanece ocupada durante el verano Austral). El Observatorio, sin embargo, se dejó en registro continuo automático durante los inviernos de 1997 y 1998, habiéndose podido recuperar los datos de cada uno de ellos al inicio de la campaña siguiente (en concreto, el 2 de Diciembre de 1998 para el último).

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

Observatorio del Ebro

Datos Antárticos
43520 Roquetes (Tarragona)

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

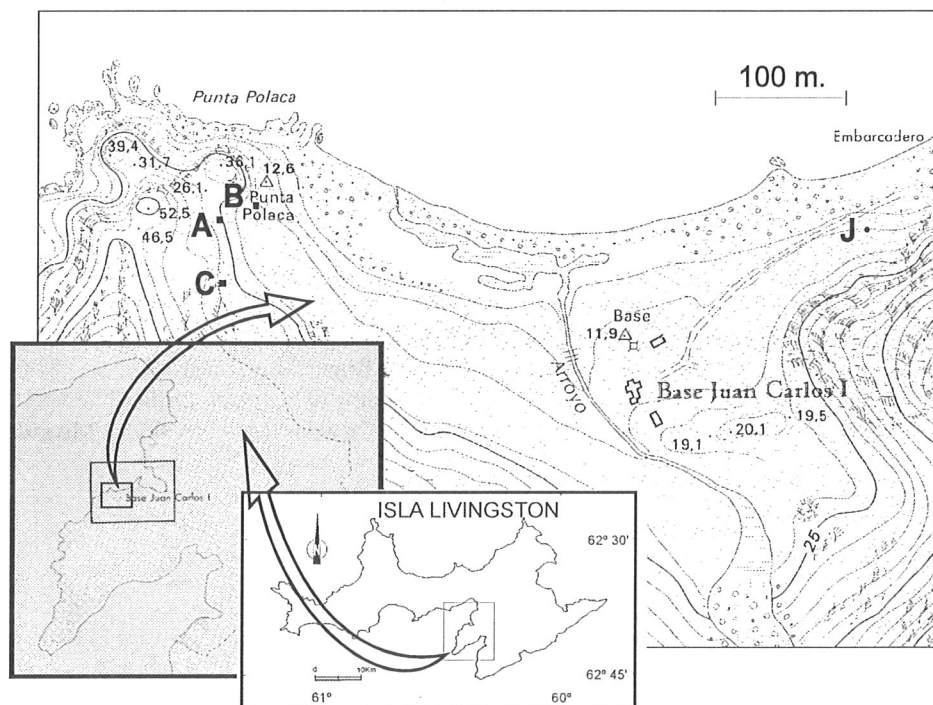


Fig. 1. Situación geográfica del observatorio geomagnético. Las casetas A, B y C están destinadas a la electrónica, a los instrumentos para la realización de medidas absolutas y al magnetómetro vector, respectivamente. J es el jalón de referencia para la determinación de D. Las dimensiones de los cuatro 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 1998, including the 1998-1999 Austral summer survey (i.e., extending them until February 22, 1999). Both its installation and operation were on behalf of the National Program for Antarctic Research Project ANT95-0994-C03, followed by the Project ANT98-0886. 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. An assessment of the spatial homogeneity of the recorded variations, as well as of the particular observatory anomaly biases are given in TORTA et al. (1999).

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 previous Bulletins (TORTA et al., 1997a; TORTA et al., 1998) the measurements made between December 7, 1996 and February 25, 1998 were summarized. As this site is only manned during the Austral summer all scientific staff departed on 25 February at the end of the 1997-1998 survey, 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 2, 1998.

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.esancle@readysoft.es

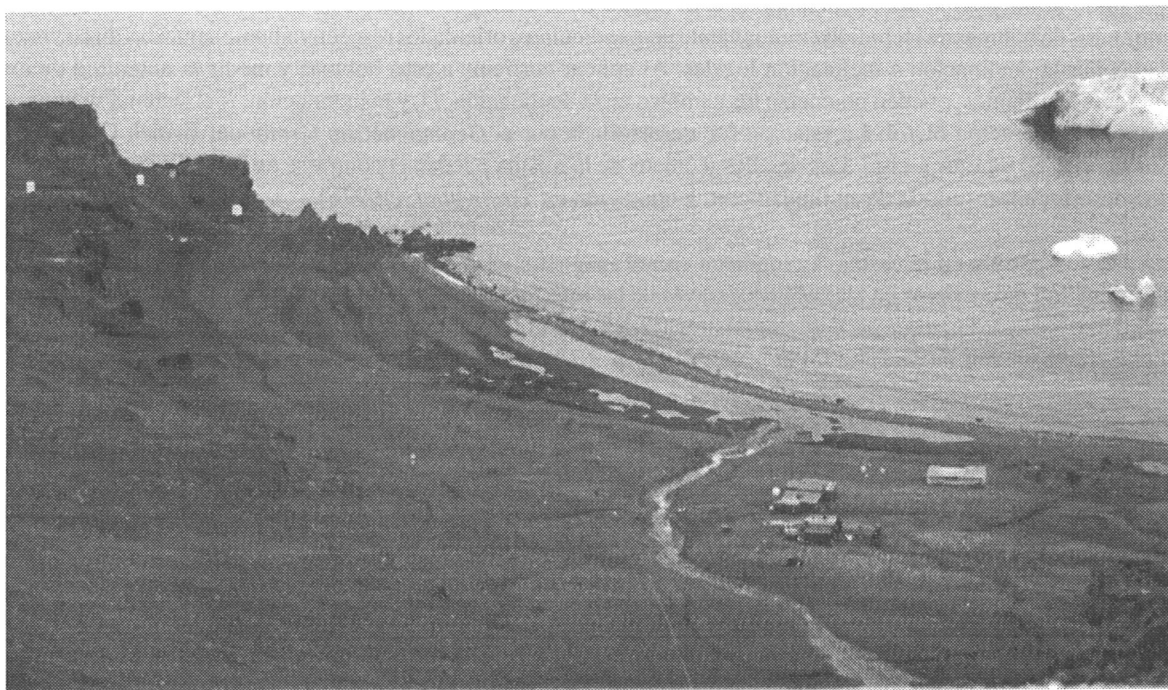


Fig. 2. Instalaciones de la Base Antártica Española Juan Carlos I (en la esquina inferior derecha) y del Observatorio Geomagnético (en la esquina superior izquierda). Fotografía de A. Ugalde.

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 coordenadas del pilar fundamental son las siguientes:

Latitud Geográfica	62° 39' 44" S
Longitud Geográfica	60° 23' 41" W
Latitud Geomagnética (IGRF95)	52° 6' 15" S
Longitud Geomagnética (IGRF95)	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" 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

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 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).

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 vector magnetometer - F absolute pillar). During the 1996-1997 survey, however, this was of 1.6 nT.

Overhauser GEOMAG SM90R. Esas medidas han proporcionado una diferencia promedio de 2.9 nT (*Fmagnetómetro vector - Fpilar fundamental*). Durante la campaña 1996-1997, 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 últimas 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 lineales con las pendientes necesarias para pasar de las tendencias observadas durante la penúltima campaña a las de la última (fig. 4).

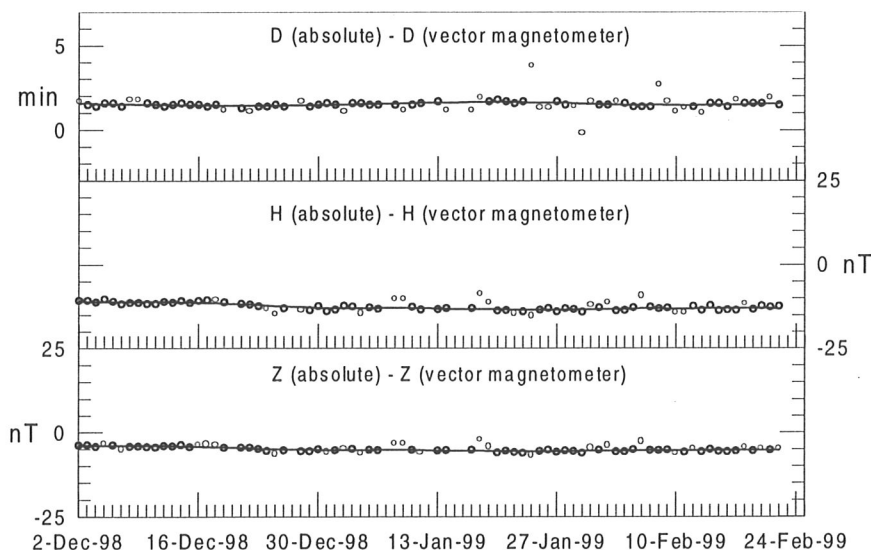


Fig. 3. Diferencias observadas (círculos) y líneas de base adoptadas (líneas continuas) para los tres elementos *D*, *H*, y *Z*. Los círculos en trazo fino corresponden a las diferencias descartadas antes de la adopción de la línea de base.

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.

5. PRESENTACIÓN DE LOS DATOS

Los valores medios anuales para todos los elementos del campo obtenidos hasta la publicación de este Boletín se presentan en la tabla 1. Puesto que las líneas de base adoptadas en la fig. 4 para el periodo sin medidas absolutas podrían diferir de las reales, damos en la tabla 2 las medias correspondientes únicamente a los periodos con referencias absolutas. Corresponden básicamente a las medias sobre los meses de Diciembre, Enero y Febrero de cada campaña.

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 last surveys in which absolute measurements were made, the baselines adopted for the period in between are lineal functions with the necessary slopes to pass from the observed trends during the penultimate survey to those of the last one (Figure 4).

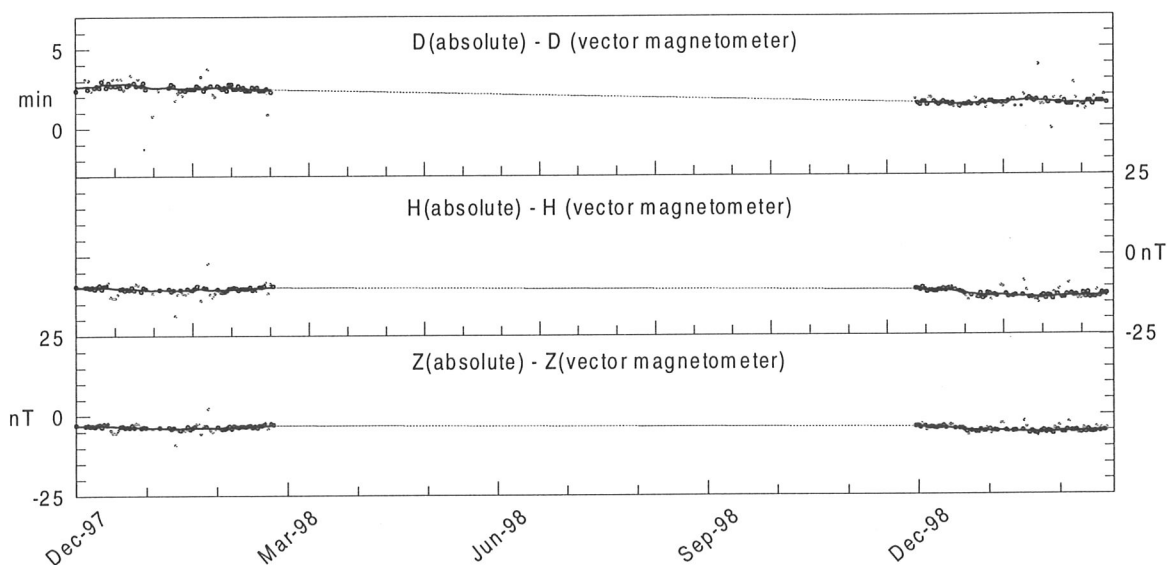


Fig. 4. Equivalente a la Fig. 3 para el periodo completo de registro desde Diciembre de 1997.

Fig. 4. As Figure 3 but for the complete recording period from December 1997.

5. PRESENTATION OF DATA

The annual mean values for all magnetic elements obtained until the publication of this Bulletin are presented in table 1. Since the adopted baselines of Figure 4 for the period without absolute measurements might differ from the actual ones, we give in table 2 the means corresponding to only the periods with absolute references, basically corresponding to the means over the December, January and February months of each Survey.

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.

Year	D	H	Z	X	Y	I	F
1997.5	14°55.5'	20522	-30040	19830	5286	-55°39.7'	36380
1998.5	14°54.7'	20465	-29976	19776	5266	-55°40.7'	36295

Tabla 1. Valores medios anuales para todos los elementos del campo magnético.
Table 1. Annual mean values for all magnetic elements.

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.

Agradecimientos. Estos resultados forman parte de los Proyectos ANT95-0994-C03 y ANT98-0886 de la CICYT, y su publicación ha sido posible gracias a la Acción Especial ANT98-1604-E. Los autores desean expresar su más sincero agradecimiento al personal técnico y científico de la BAE durante las cuatro últimas Campañas, en especial a Arantza Ugalde, Carlos Fernández de Gamboa e Isabel Blanco, por el montaje de las casetas del Observatorio, la ayuda facilitada en el proceso de instalación del mismo y la realización de medidas absolutas durante las interfases, 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.
- TORTA, J.M., GAYA-PIQUÉ, L., ALTADILL, D., CURTO, J.J., SANCLEMENT, E., SOLÉ, J.G., APOSTOLOV, E.M., ALBERCA, L.F. Y GARCÍA, A., *Observatorio Geomagnético de la Isla Livingston. Boletín 1997 y Campaña 1997-1998*. Observatori de l'Ebre. Miscelánea 41. Roquetes, Tarragona, 1998.
- TORTA, J.M., GAYA-PIQUÉ, L., SOLÉ, J.G., BLANCO, I. Y GARCÍA, A., *A new geomagnetic observatory at Livingston Island (South Shetland Islands): Implications for future regional magnetic surveys. Annali di Geofisica*, 42, 2, 141-151, 1999.

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
1999.0	14°53.9'	20447	-29934	19759	5257	-55°39.9'	36250

Tabla 2. Valores medios para los periodos con referencias absolutas.
Table 2. Mean values for periods with absolute references.

- 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).

Acknowledgments. These results are part of the Research Projects ANT95-0994-C03 and ANT98-0886, CICYT, Spain, and their publication was made possible thanks to the Special Action ANT98-1604-E. The authors would like to express their deep thanks to the technical and scientific staff at the Spanish Antarctic Station during the last four Surveys, specially to Arantza Ugalde, Carlos Fernández de Gamboa and Isabel Blanco, for the assembling of the Observatory huts, for their help given during the installation programme and the observation of absolute measurements during the periods in between Survey Phases, 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.
- TORTA, J.M., GAYA-PIQUÉ, L., ALTADILL, D., CURTO, J.J., SANCLEMENT, E., SOLÉ, J.G., APOSTOLOV, E.M., ALBERCA, L.F. & GARCÍA, A., *Observatorio Geomagnético de la Isla Livingston. Boletín 1997 y Campaña 1997-1998. Observatori de l'Ebre. Miscelánea 41. Roquetes, Tarragona, 1998*.
- TORTA, J.M., GAYA-PIQUÉ, L., SOLÉ, J.G., BLANCO, I. & GARCÍA, A., *A new geomagnetic observatory at Livingston Island (South Shetland Islands): Implications for future regional magnetic surveys. Annali di Geofisica*, 42, 2, 141-151, 1999.

K INDICES & DAILY K SUMS AT LIVINGSTON ISLAND (K=9 LIMIT: 450 nT) FOR 1998 & JANUARY-FEBRUARY 1999

Date	JAN1998	FEB1998	MAR1998	APR1998	MAY1998	JUN1998	JUL1998
1	2132 1221 14	3233 1223 19	4322 3324 23	Q2210 0000 5	2231 1103 13	Q2110 0000 4	1001 1112 7
2	2221 1223 15	2222 1011 11	4343 3223 24	Q0000 0112 4	D2555 5336 34	2111 2112 11	3231 1001 11
3	1122 2221 13	1001 3222 11	3210 0111 9	3211 1111 11	D6554 4346 37	1122 2223 15	3322 1113 16
4	Q1002 1222 10	3332 2110 15	3211 3222 16	2332 1201 14	D6984 3212 35	5232 2111 17	3331 1233 19
5	1012 2221 11	0201 2212 10	2122 1114 14	Q2101 1100 6	D3552 4431 27	1333 3222 19	4322 2231 19
6	D2322 3433 22	Q1111 1111 8	3321 2111 14	1001 2211 8	Q1210 1113 10	D2102 2333 16	D4433 3200 19
7	D4543 3221 24	Q1211 1111 9	Q1221 1011 9	2220 0222 12	3313 2113 17	D6552 2113 25	3211 1000 8
8	1123 2325 19	2112 1125 15	Q1100 0110 4	3311 0021 11	4334 3333 26	3232 2121 16	Q0110 0010 3
9	3122 2222 16	D3312 3232 19	Q1121 0110 7	2232 1122 15	1332 2222 17	1132 1110 10	0001 1243 11
10	2212 3322 17	3131 2223 17	D2344 3566 33	D3332 1334 22	1232 2222 16	D2133 3223 19	3100 0011 6
11	1221 2211 12	D3212 3434 22	D4333 3315 25	4313 2223 20	3333 2133 21	3222 1110 12	2210 2222 13
12	1122 1221 12	4212 3222 18	3332 2122 18	3332 1111 15	4433 2221 21	2442 0001 13	2232 0001 10
13	1111 2221 11	3122 1222 15	3333 2223 21	1210 0022 8	Q3121 1001 9	0100 0021 4	0210 0112 7
14	1022 0112 9	1122 1223 14	2122 2333 18	2331 2211 15	Q1121 0001 6	3433 2111 18	Q0000 0000 0
15	Q1012 1112 9	2101 1011 7	D5432 2214 23	Q0111 1111 7	2000 1111 6	0222 1101 9	Q0000 0001 1
16	1111 2343 16	Q0111 1-11 -	4333 2221 20	2122 1112 12	1211 1233 14	1222 1211 12	D3534 3433 28
17	2221 1222 14	D1112 2235 17	3222 1112 14	D2323 3321 19	5221 1103 15	Q1220 0000 5	3232 1100 12
18	1122 3212 14	D6543 3433 31	Q1221 0111 9	1122 2100 9	3111 3223 16	0001 1012 5	2100 1112 8
19	1111 1232 12	1112 1222 12	Q1101 1112 8	0000 1122 6	2322 1000 10	2234 2110 15	1232 0001 9
20	D2322 2333 20	3112 1124 15	2112 2222 14	0333 2102 14	0022 2232 13	1333 1135 20	Q3110 0001 6
21	3232 1112 15	3001 1222 11	D3134 4442 25	2312 1112 13	4432 2134 23	5443 1123 23	2543 2111 19
22	2111 2222 13	1222 2221 14	3223 3221 18	1210 2111 9	4222 1111 14	5321 1133 19	2121 2224 16
23	Q1112 1111 9	2232 2232 18	2201 1012 9	1331 0044 16	3332 1123 18	2231 1124 16	D3543 3334 28
24	0222 1122 12	Q2111 0112 9	1122 2124 15	D4554 3215 29	4452 2222 23	D4423 2213 21	D3334 2334 25
25	3312 2321 17	0111 1111 7	4312 3322 20	D5443 3242 27	1143 2323 19	2221 0223 14	3333 1111 16
26	Q1112 1221 11	Q1000 -101 -	1202 3322 15	D5433 3325 28	4111 1122 13	D6633 2121 24	2311 0100 8
27	2223 2221 16	1022 1122 11	4433 3222 23	5433 2121 21	2211 1111 10	1210 0000 4	Q0102 1110 6
28	Q1000 1222 8	D2322 2335 22	3323 2124 20	4321 1122 16	Q2300 0012 8	Q0111 0000 3	0110 1113 8
29	2221 2213 15		D5422 2334 25	Q2311 1212 13	D2322 2533 22	Q1001 1000 3	2221 1001 9
30	D3333 3221 20		1132 2213 15	2122 2223 16	6442 2212 23	Q1110 0000 3	2201 0124 12
31	D2210 1334 16		3431 1001 13		Q2211 0001 7		D3444 3322 25
Mean K sum	14.3	14.5	16.8	14.0	17.5	13.2	12.4
Date	AUG1998	SEP1998	OCT1998	NOV1998	DEC1998	JAN1999	FEB1999
1	1121 3332 16	D4423 3233 24	D5342 2323 24	Q2112 0122 11	4432 3322 23	1212 2232 15	Q0001 0111 4
2	1221 1121 11	3002 2222 13	D5332 3355 29	Q2101 1222 11	1121 2-32 -	1122 2222 14	Q1000 1111 5
3	1122 1011 9	4211 1102 12	4441 2110 17	2112 1223 14	2221 2222 15	Q2111 -322 -	2112 3232 16
4	2321 1111 12	Q3211 1011 10	Q1111 2102 9	Q2112 2111 11	1232 2333 19	2212 223- -	2222 2343 20
5	1213 2110 11	1001 1113 8	Q2001 1111 7	2112 2332 16	D2332 3232 20	--22 1213 -	3222 3332 20
6	D2456 6226 33	2311 2101 11	Q1001 0212 7	3333 2334 24	1123 2322 16	3122 3334 21	2222 2333 19
7	D5643 3211 25	2211 1122 12	D3333 2553 27	D2223 3334 22	3122 2233 18	2122 3323 18	2222 2323 18
8	2232 2110 13	4421 1121 16	4133 3323 22	D4664 3334 33	2011 1221 10	D3224 3433 24	2222 2222 16
9	Q0000 1100 2	3212 1121 13	3442 2223 22	D4665 4355 38	1121 2221 12	3332 2233 21	Q2111 101- -
10	4331 2134 21	3310 0111 10	3311 1221 14	3222 1110 12	2112 1223 14	3223 2222 18	1121 1233 14
11	3001 1112 9	1011 1112 8	3211 2122 14	Q1012 1111 8	D4444 3334 29	2122 2222 15	D3233 4454 28
12	2310 1113 12	3333 2222 20	3101 1110 8	Q0121 1121 9	3332 2122 18	2122 2223 16	D4344 3332 26
13	3232 1100 12	2221 1100 9	1112 1112 10	D6454 3455 36	Q2111 1232 13	D3213 4446 27	1222 1222 14
14	0012 2221 10	Q1120 0111 7	Q0300 0110 5	D5445 4332 30	2221 2223 16	D2234 4433 25	2112 2333 17
15	Q0101 1121 7	1331 1110 11	1111 2211 10	1223 3333 20	2111 11-- -	D3423 3333 24	4333 2222 21
16	Q0100 1110 4	Q1021 1111 8	Q1011 2112 9	2211 1223 14	3233 2311 18	3222 2223 18	2212 1111 11
17	Q0110 0010 3	2311 1112 12	1232 2321 16	3232 1211 15	Q1110 0011 5	3111 1211 11	D2334 3333 24
18	Q0110 0001 3	D3223 4343 24	1222 2233 17	2222 2221 15	Q1111 2212 11	0011 2333 13	D5556 6444 39
19	1011 1124 11	2222 1223 16	D5644 5544 37	2122 2232 16	1111 2334 16	Q2122 0112 11	D4544 5433 32
20	4323 2323 22	Q3111 0112 10	2233 1245 22	2223 2212 16	3322 2332 20	1212 2344 19	Q1101 3-32 -
21	5100 0002 8	3443 2110 18	D5433 2332 25	2212 2221 14	Q2121 1123 13	2213 3222 17	1100 0223 9
22	1244 3232 21	1231 1231 14	2233 2233 20	2222 1311 14	2111 1232 13	2112 3343 19	3232 ---- -
23	5333 2222 22	3332 1123 18	2222 3433 21	1122 3333 18	1111 1121 9	D2333 2445 26	
24	1222 2114 15	D4444 2235 28	4322 1123 18	2323 3443 24	2112 1112 11	3333 2332 22	
25	4311 1122 15	D6576 5322 36	3332 2221 18	1222 2333 18	D3234 3335 26	3223 --22 -	
26	D2245 4445 30	D2223 4334 23	1222 1112 12	2232 2332 19	D3432 3233 23	Q2112 1022 11	
27	D7567 6455 45	3223 3211 17	2111 2224 15	3212 2222 16	Q2101 2001 7	3222 2323 19	
28	D4343 3433 27	Q1211 1021 9	4123 1223 18	2321 1222 15	2112 2242 16	1223 3221 16	
29	4431 2341 22	1321 1132 14	3223 2323 20	2222 2122 15	D2233 3354 25	2122 3222 16	
30	3433 2232 22	2211 1233 15	2212 1111 11	1334 2345 25	3332 0112 15	Q2122 1221 13	
31	3243 3323 23		1101 1231 10		3212 1231 15	Q1211 2111 10	
Mean K sum	16.0	14.9	16.6	18.3	16.1	17.7	18.6

OCURRENCE DISTRIBUTION OF K INDICES

K index:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-
JAN1998	11	83	112	35	5	2	0	0	0	0	0
FEB1998	18	83	77	33	6	4	1	0	0	0	2
MAR1998	16	66	80	57	23	4	2	0	0	0	0
APR1998	35	75	70	41	12	7	0	0	0	0	0
MAY1998	23	65	70	52	20	11	5	0	1	1	0
JUN1998	49	72	64	37	9	6	3	0	0	0	0
JUL1998	66	68	47	48	16	3	0	0	0	0	0
AUG1998	38	73	55	42	23	9	6	2	0	0	0
SEP1998	19	92	64	44	15	3	2	1	0	0	0
OCT1998	16	74	76	53	17	11	1	0	0	0	0
NOV1998	5	53	100	51	17	9	5	0	0	0	0
DEC1998	8	76	90	57	12	2	0	0	0	0	3
1998 TOTAL	304	880	905	550	175	71	25	3	1	1	5
JAN1999	4	46	112	63	15	1	1	0	0	0	6
FEB1999	12	34	59	41	16	6	2	0	0	0	6

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

	1998												1999		
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MEAN	JAN	FEB*
ALL	548	547	551	548	551	545	544	549	546	548	545	540	547	541	536
QUIET	546	543	545	* 549	554	547	544	547	546	546	544	537	546	535	533
DISTURBED	551	550	555	547	550	543	541	558	549	555	556	546	550	554	539

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

	1998												1999		
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MEAN	JAN	FEB*
ALL	504	495	478	475	459	467	462	448	445	445	446	457	465	444	439
QUIET	505	500	489	480	463	470	468	456	448	452	450	459	470	444	440
DISTURBED	498	489	467	464	438	459	454	419	429	434	421	449	452	437	425

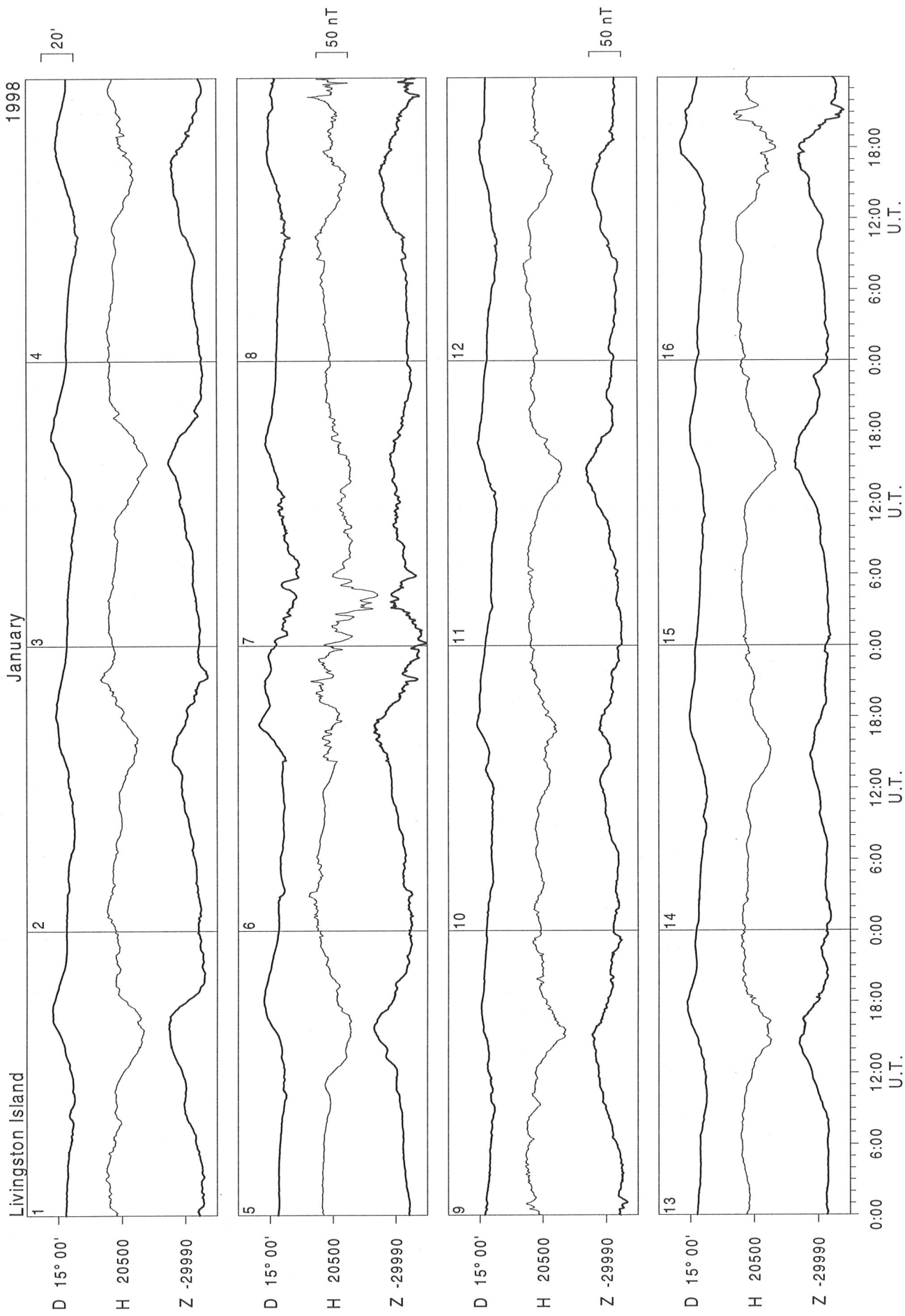
VERTICAL INTENSITY Z=-29500 nT PLUS TABULAR QUANTITIES (UNITS nT)

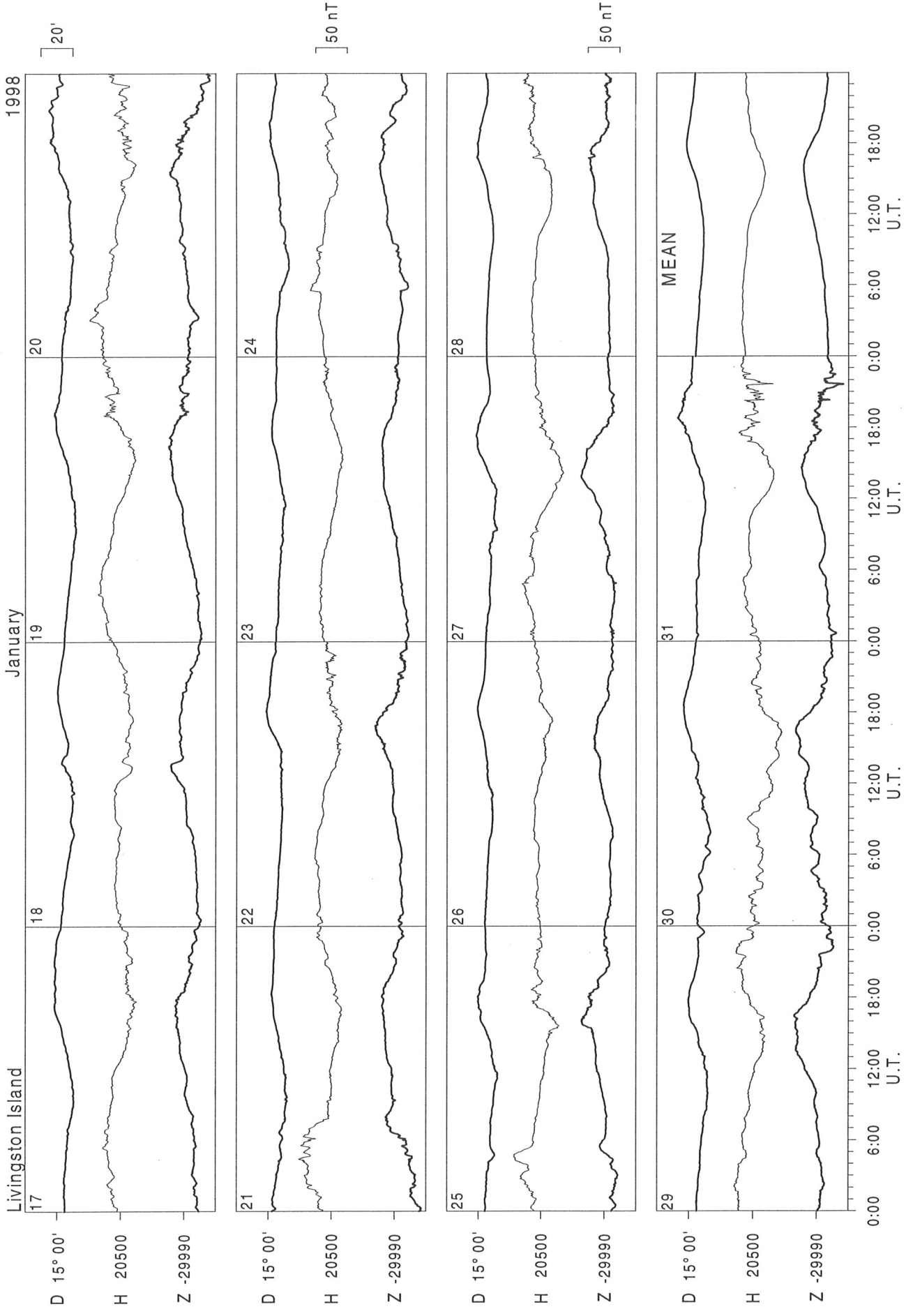
	1998												1999		
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MEAN	JAN	FEB*
ALL	-493	-493	-494	-490	-491	-482	-476	-472	-468	-461	-450	-438	-476	-435	-428
QUIET	-491	-490	-491	-492	-495	-481	-476	-473	-469	-462	-454	-436	-476	-433	-431
DISTURBED	-494	-494	-494	-488	-478	-482	-471	-469	-463	-461	-449	-437	-473	-440	-426

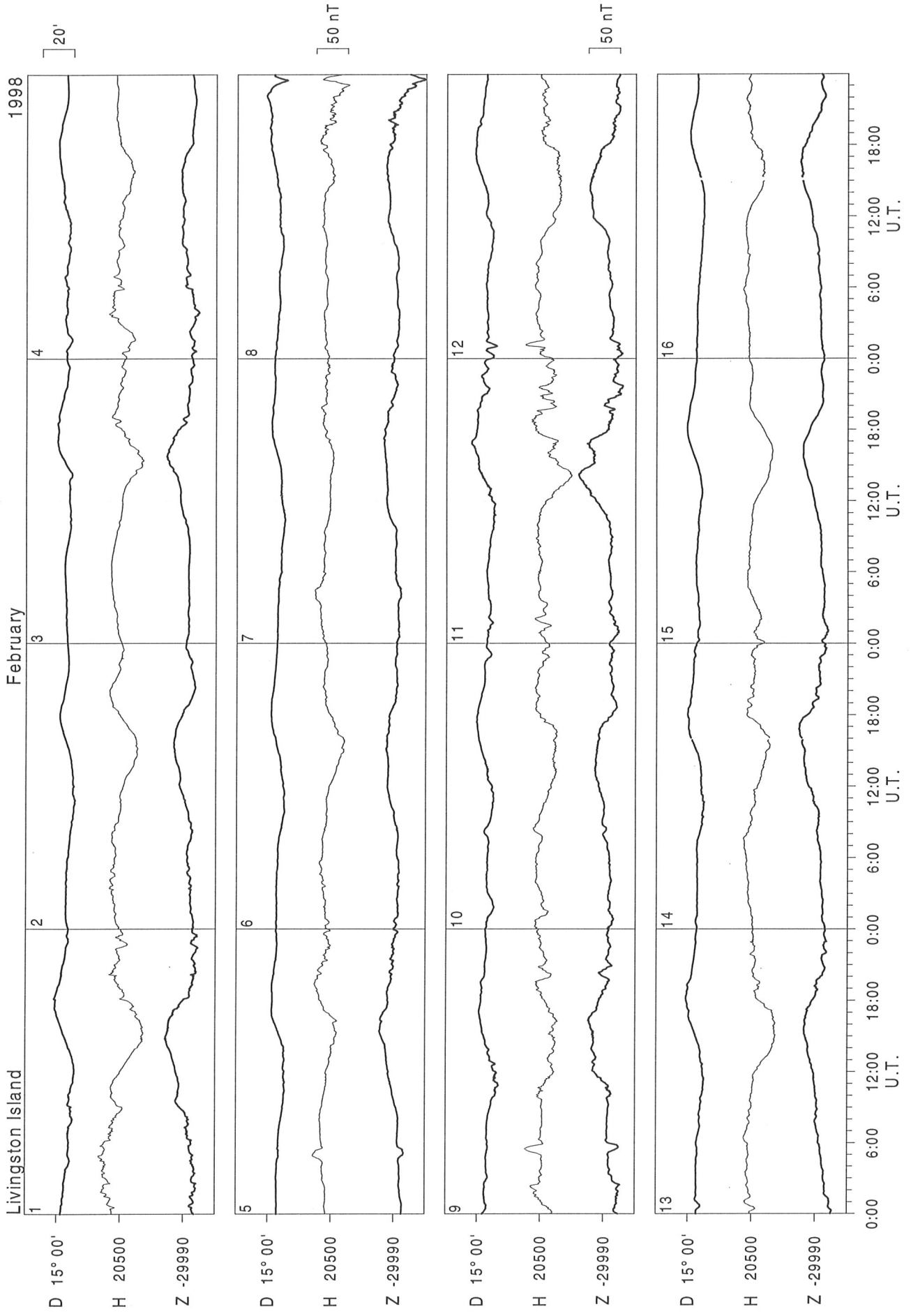
TOTAL INTENSITY F=36000 nT PLUS TABULAR QUANTITIES (UNITS nT)

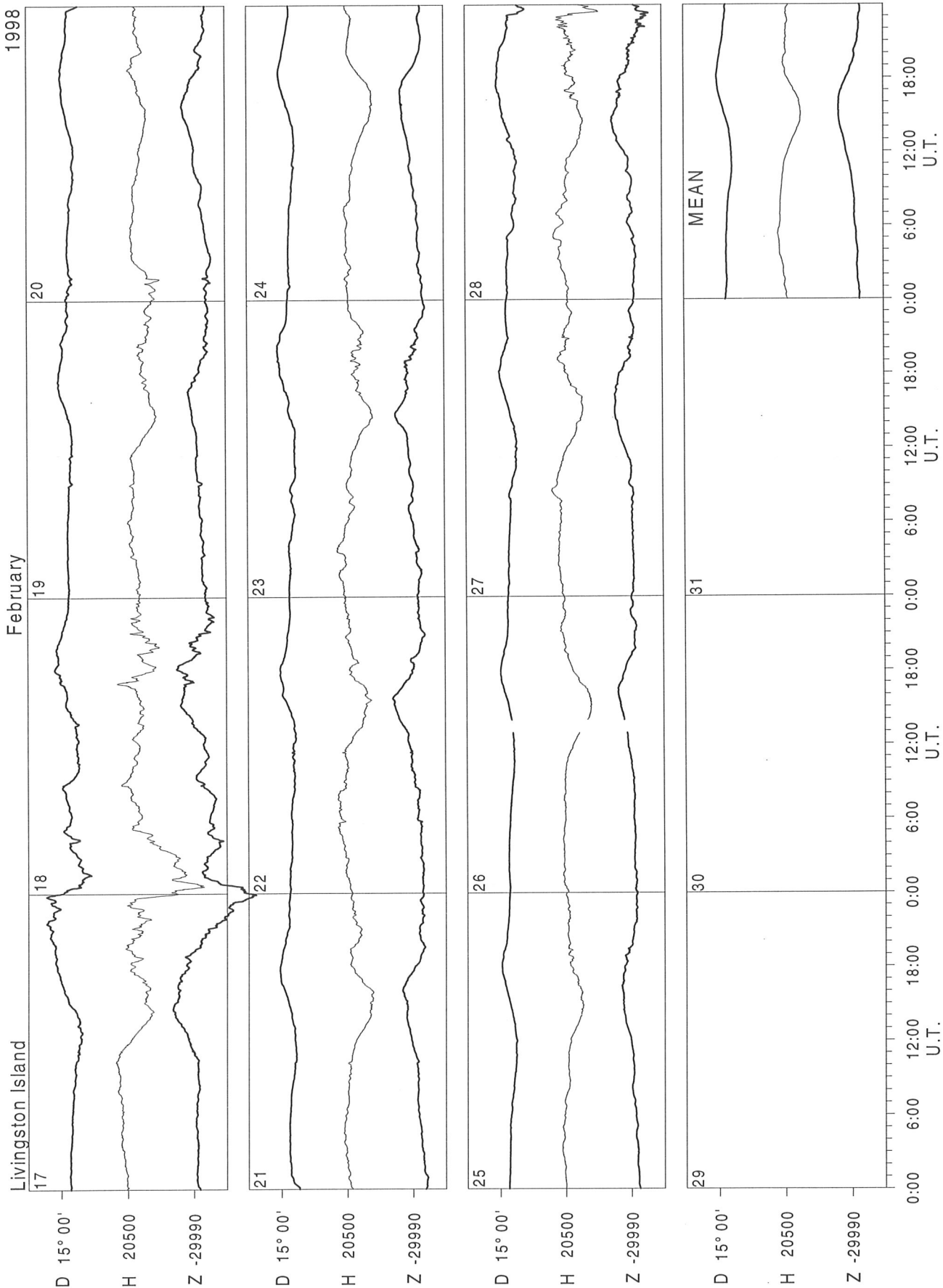
	1998												1999		
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MEAN	JAN	FEB*
ALL	332	326	318	313	304	301	294	283	278	272	264	260	295	250	241
QUIET	330	326	321	317	310	303	297	288	280	276	269	259	298	248	245
DISTURBED	329	325	312	305	282	298	285	264	265	266	249	255	286	250	232

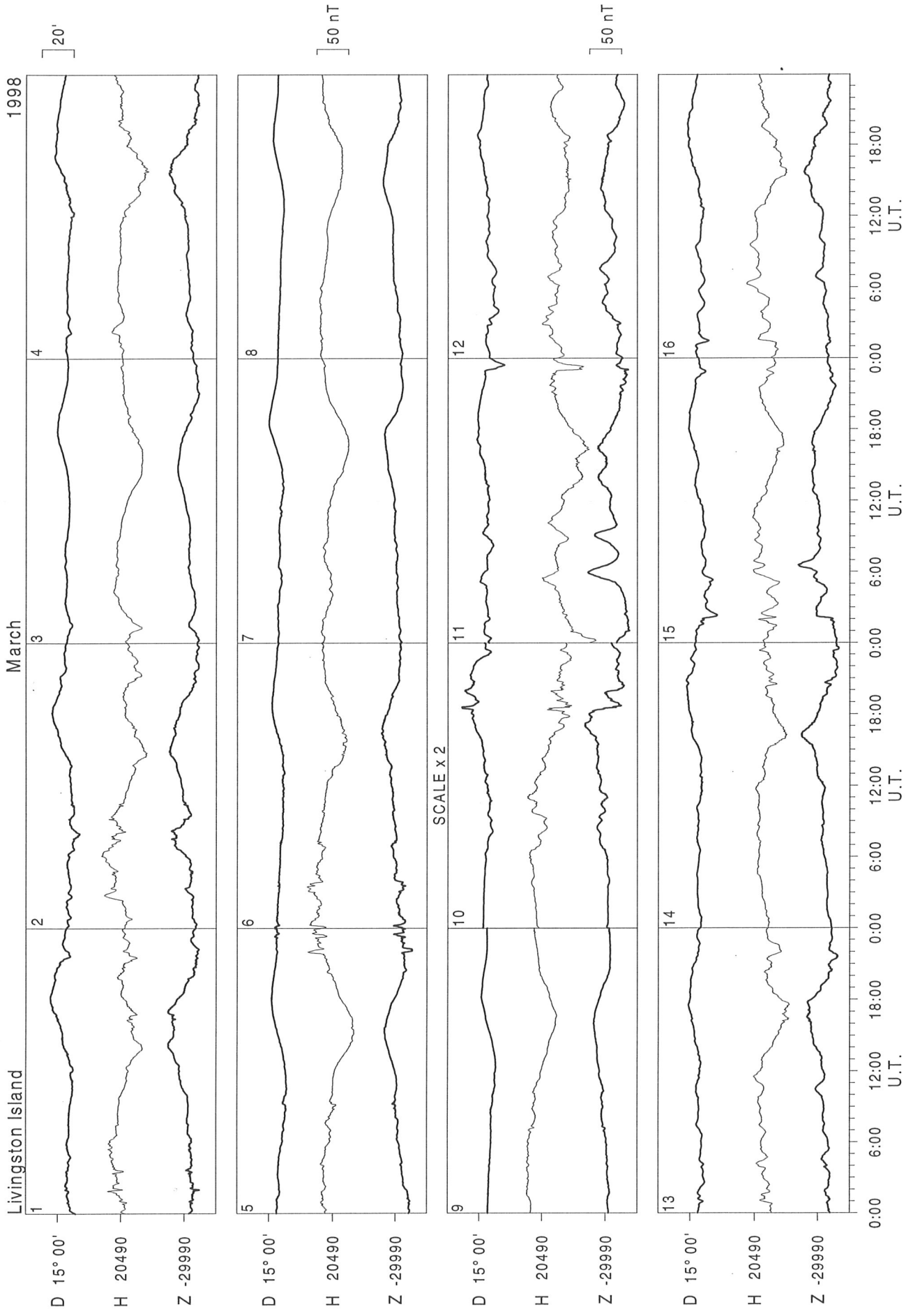
* The monthly mean values for February 1999 are computed until the 21st











Livingston Island

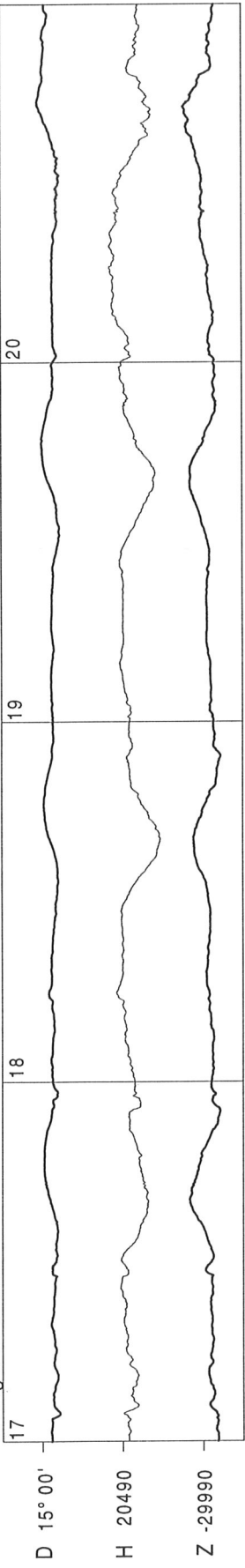
March

1998

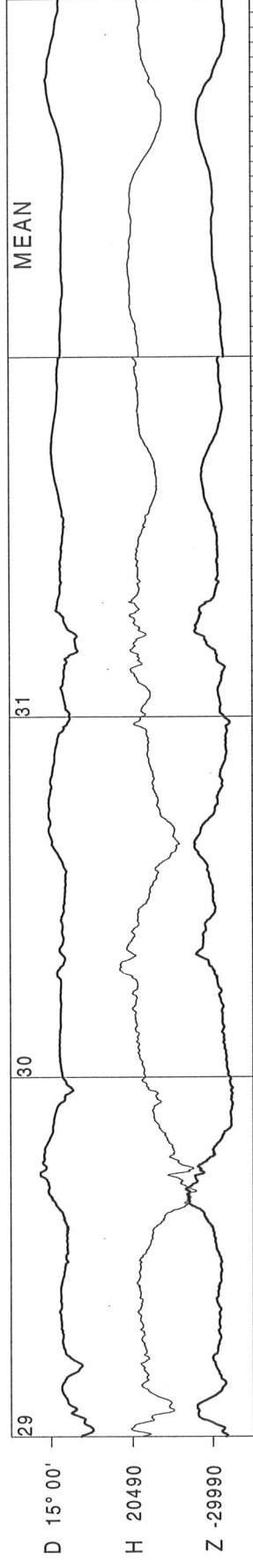
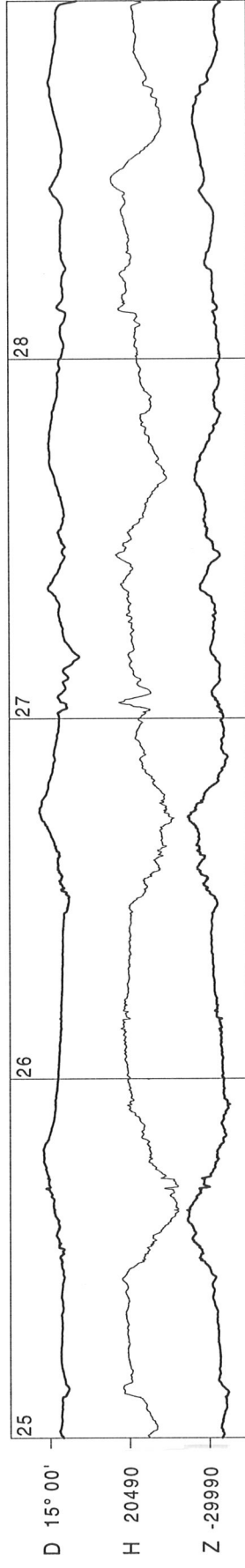
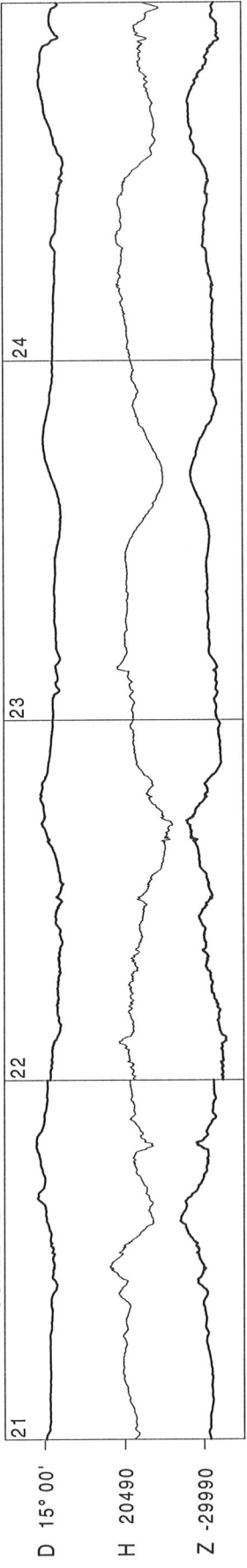
20'

50 nT

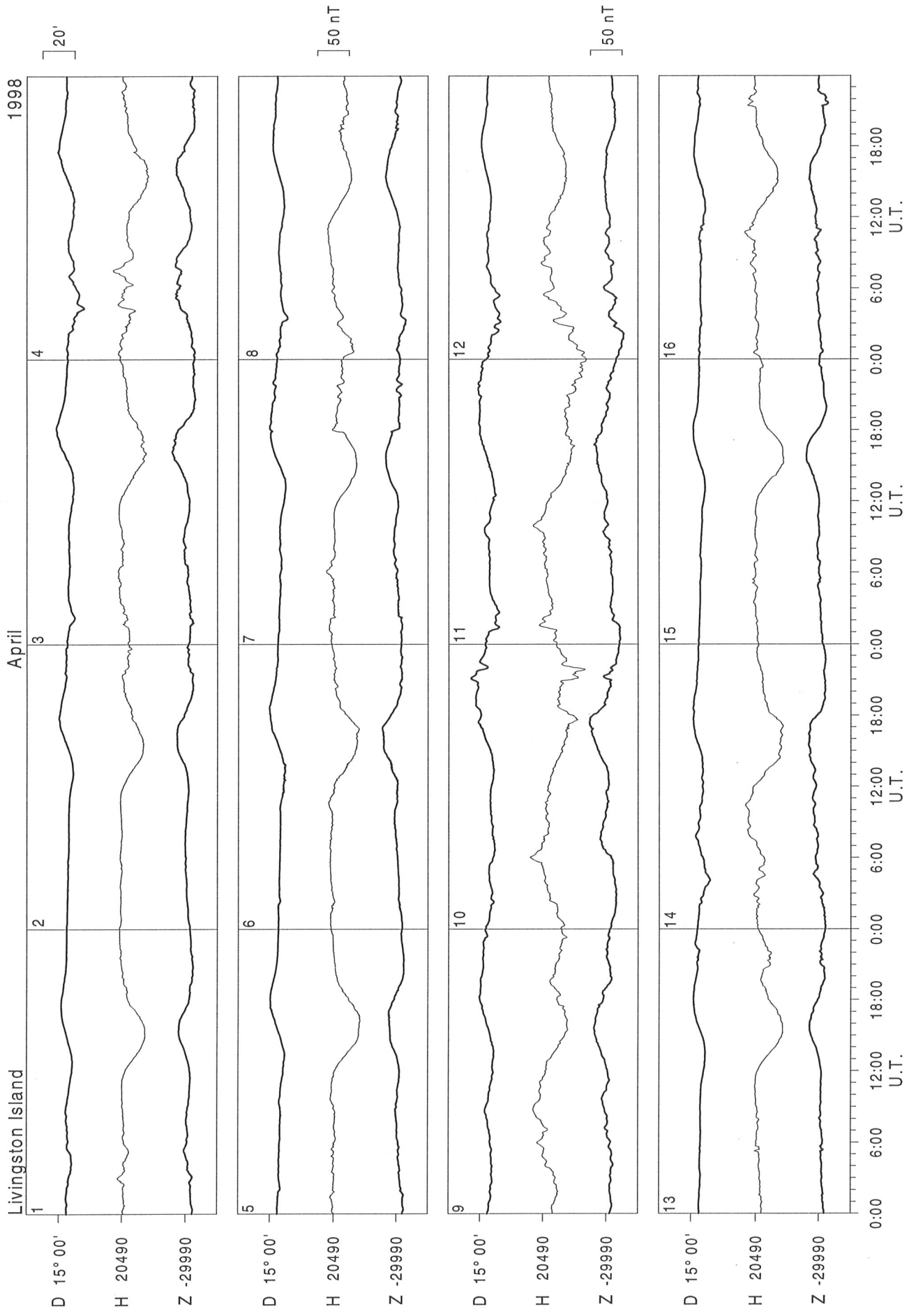
50 nT

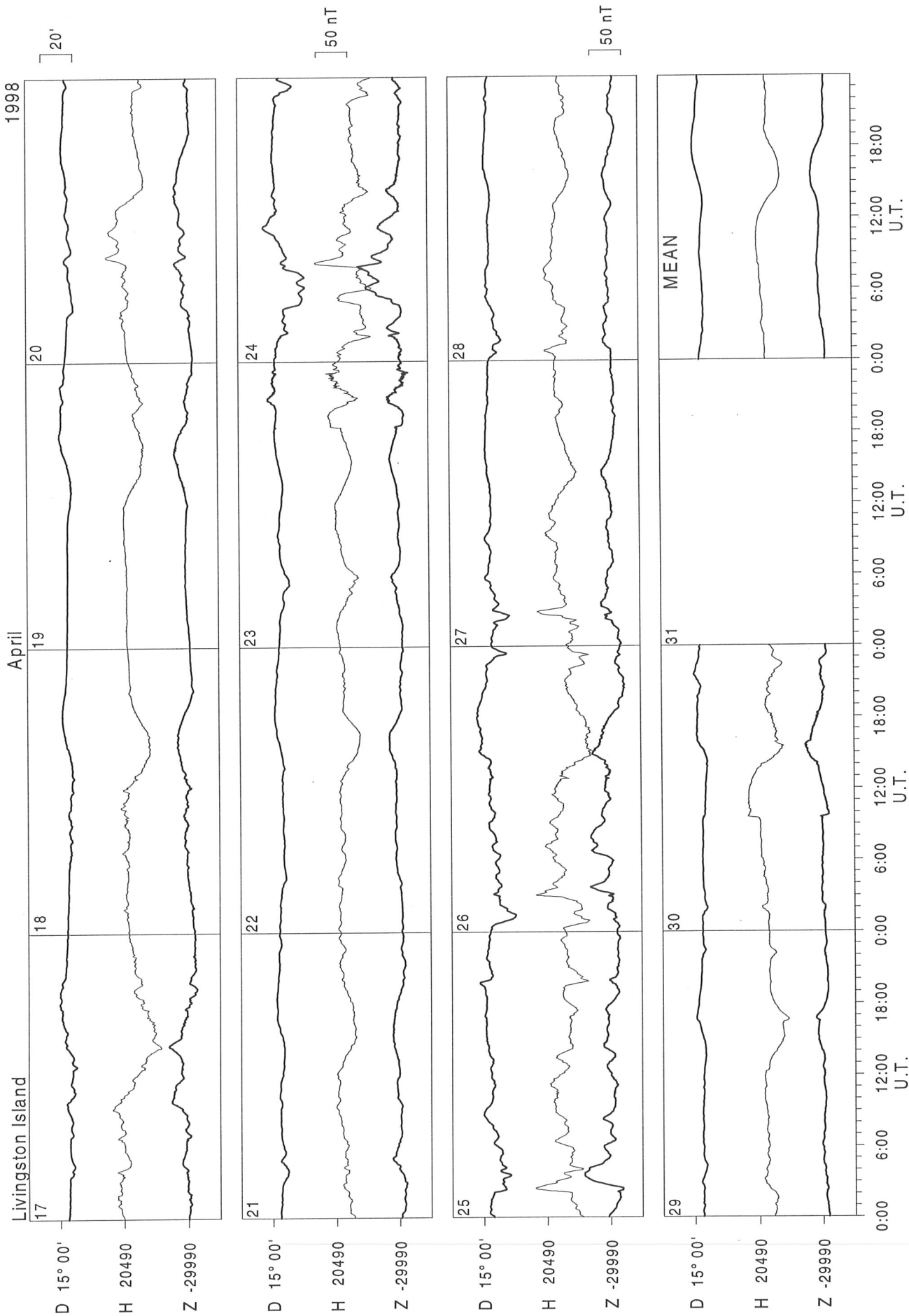


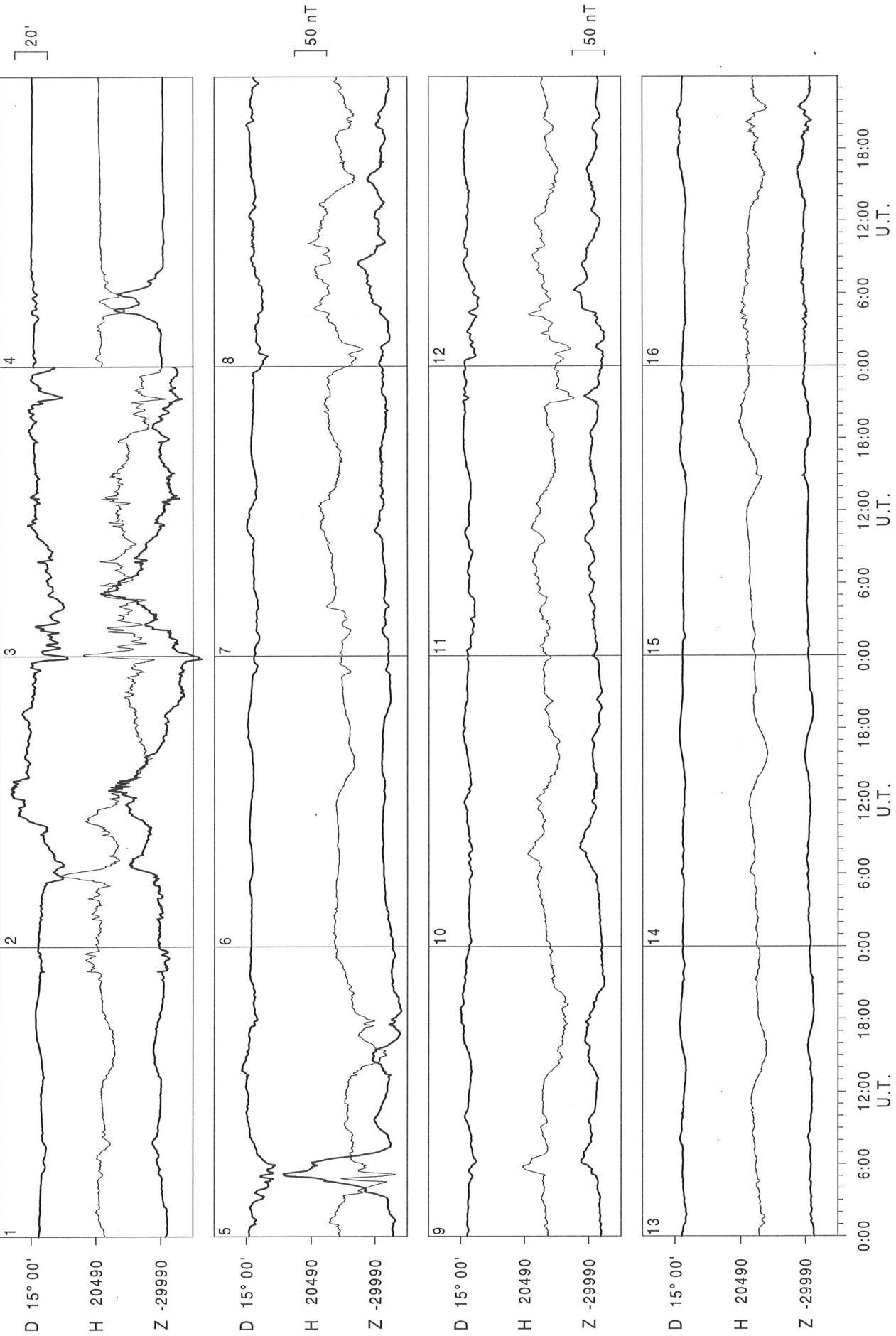
SCALE x 2

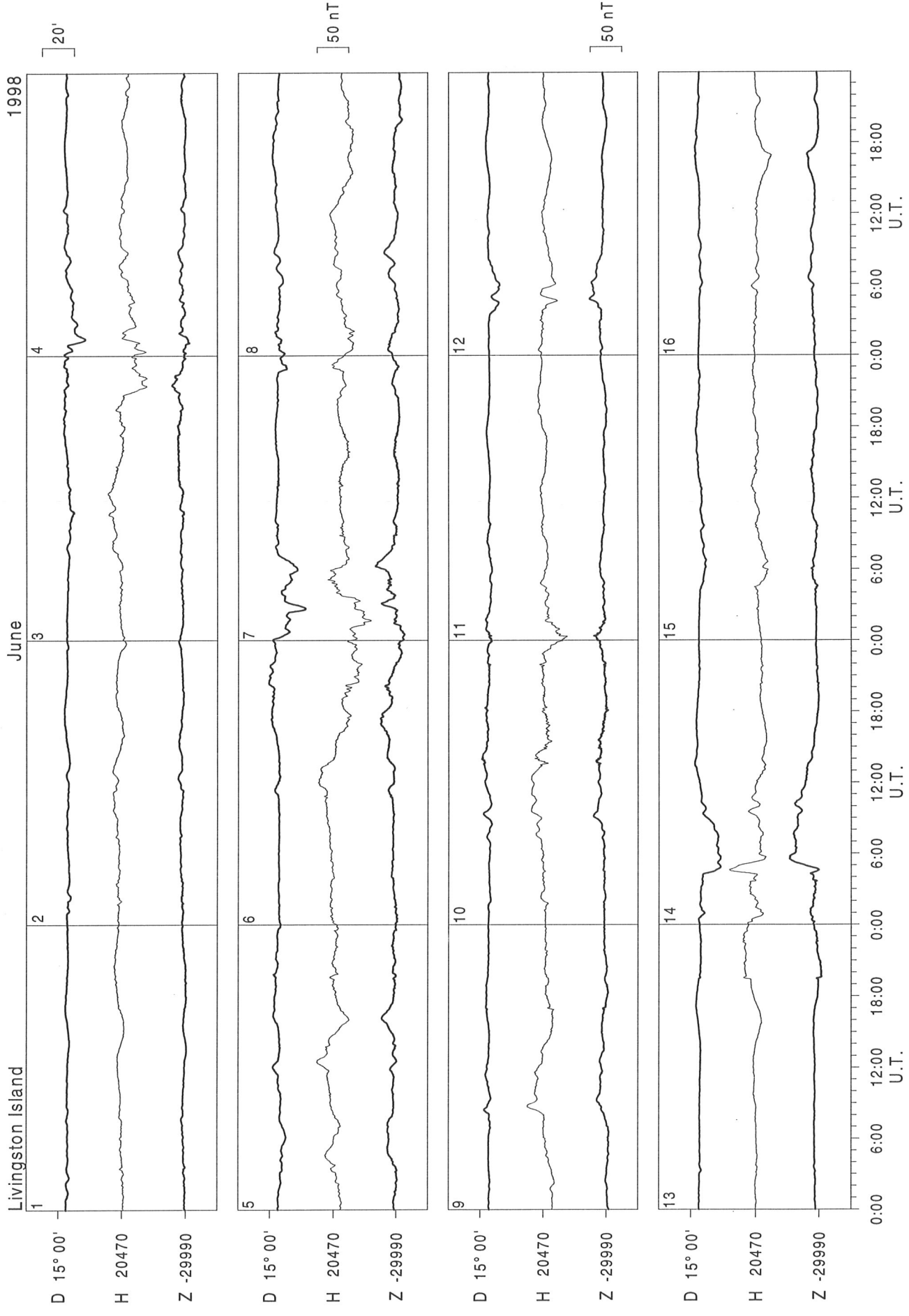


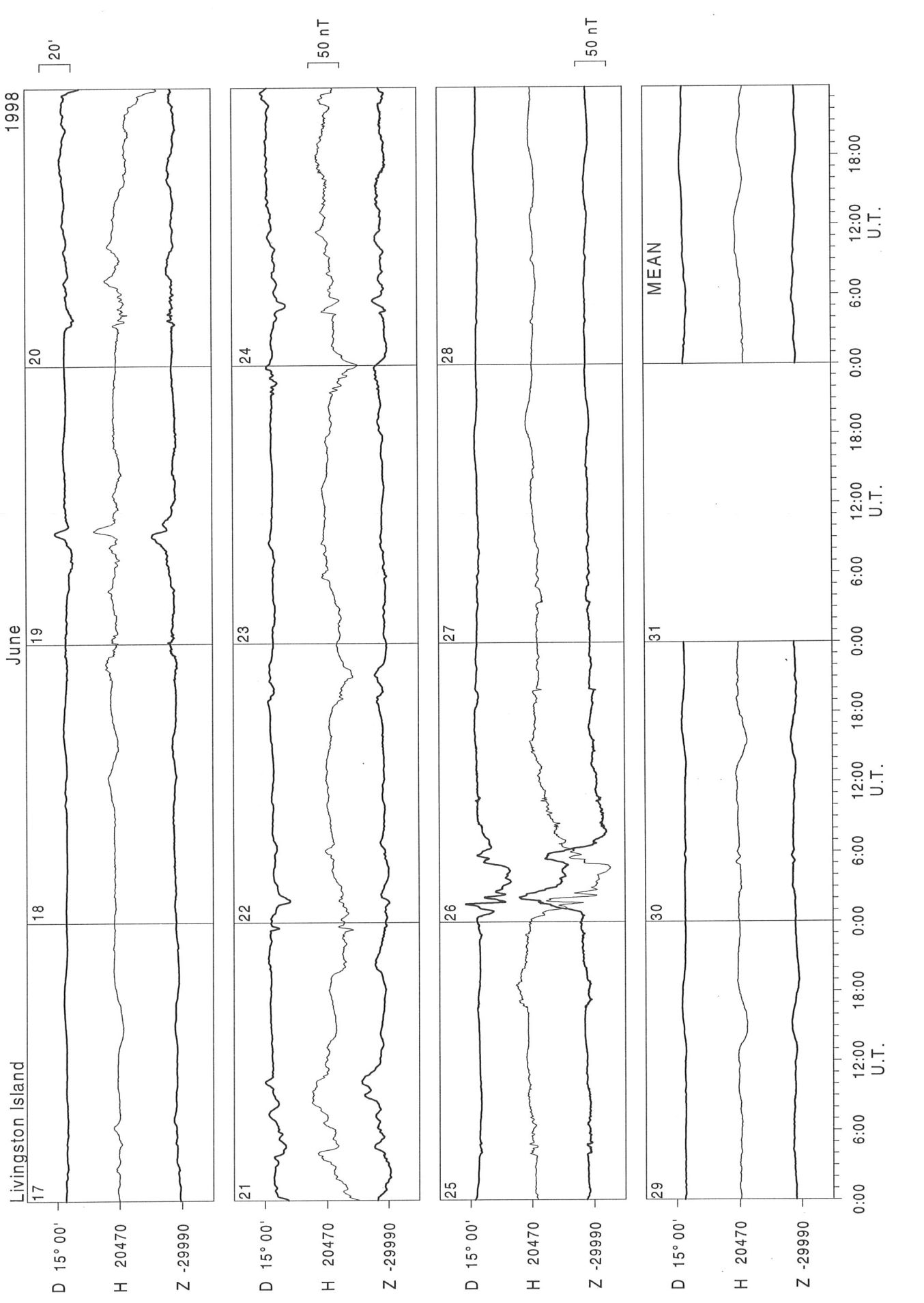
0:00 6:00 12:00 18:00 0:00 6:00 12:00 18:00 0:00 6:00 12:00 18:00
U.T. U.T. U.T.

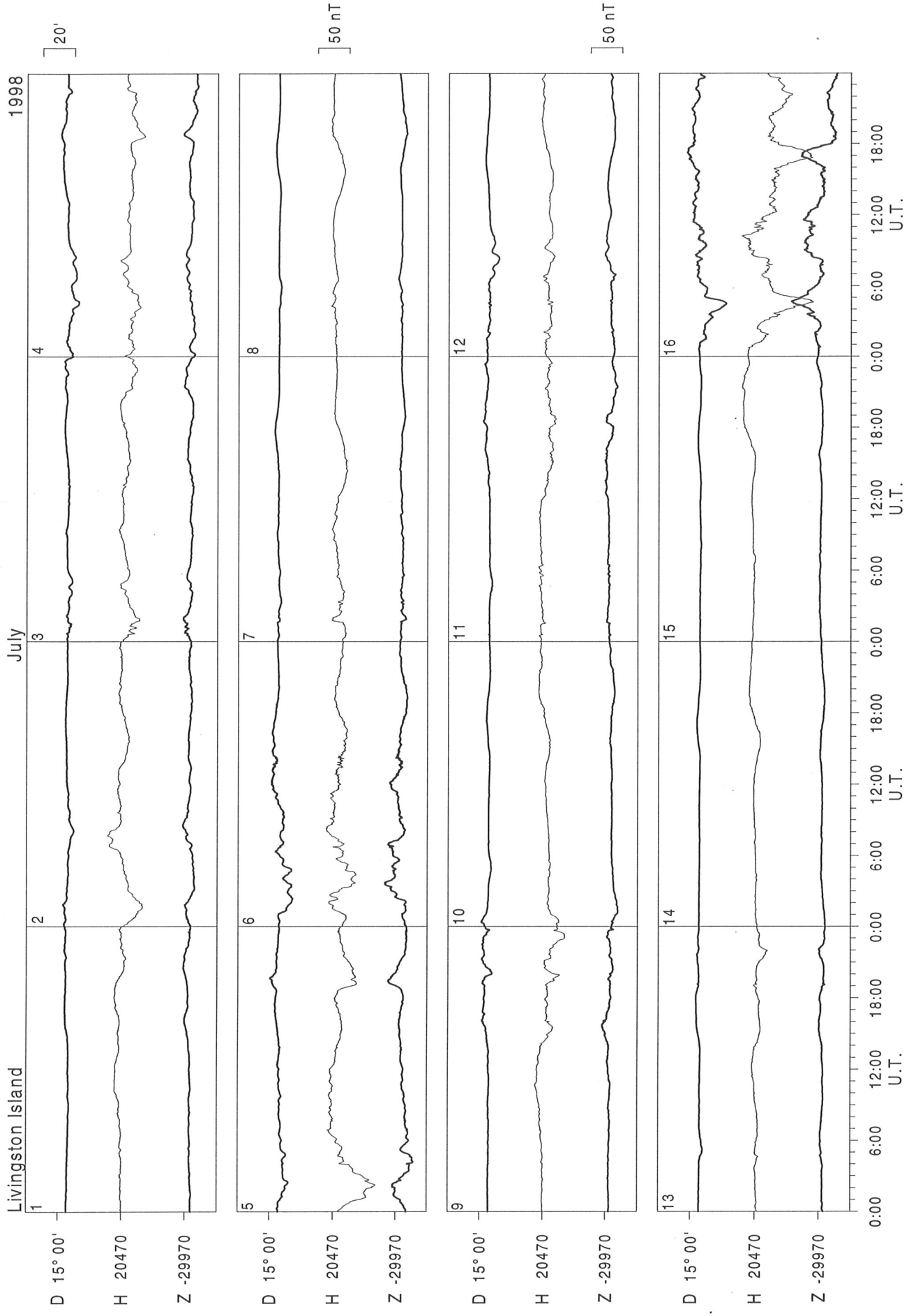


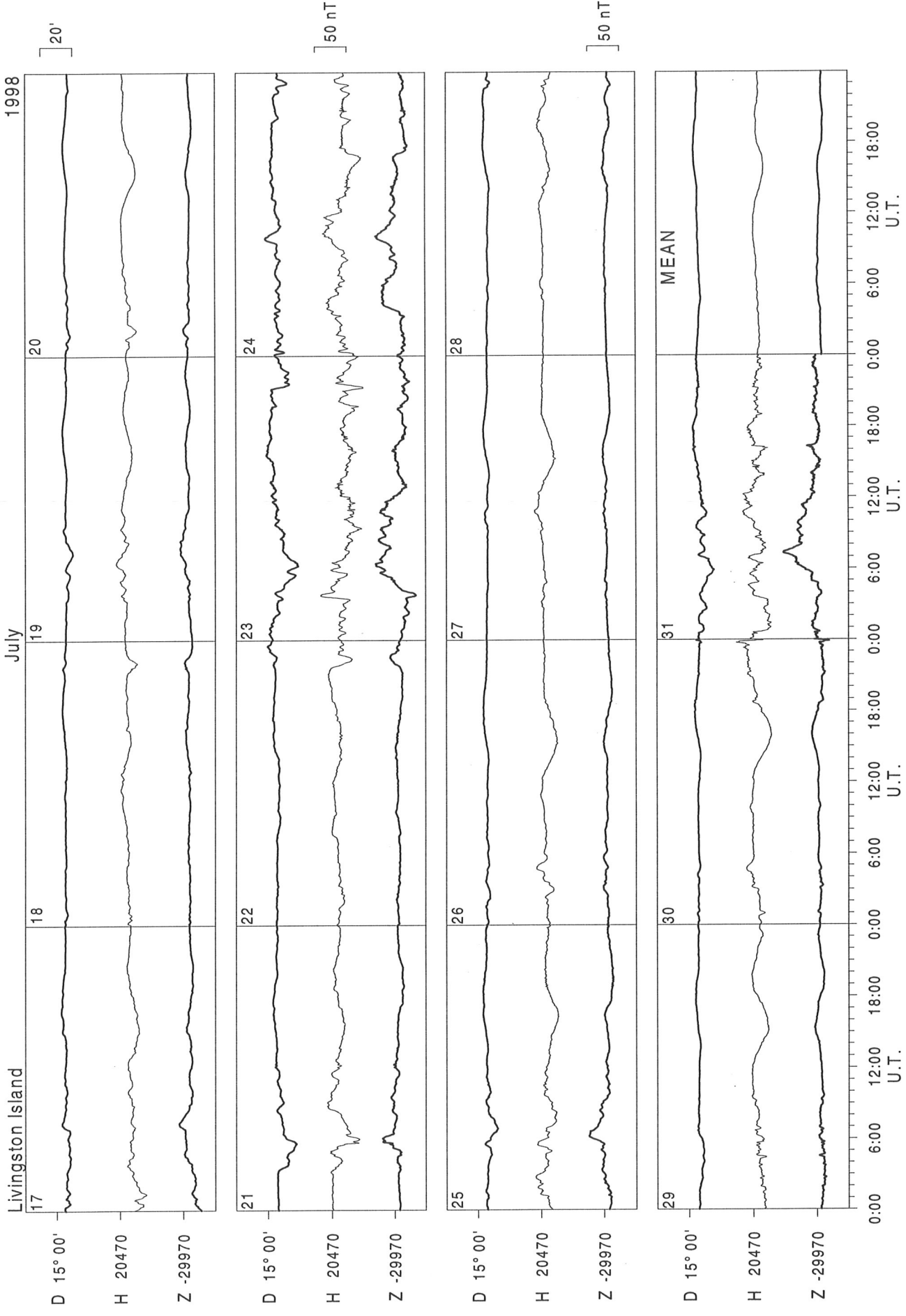


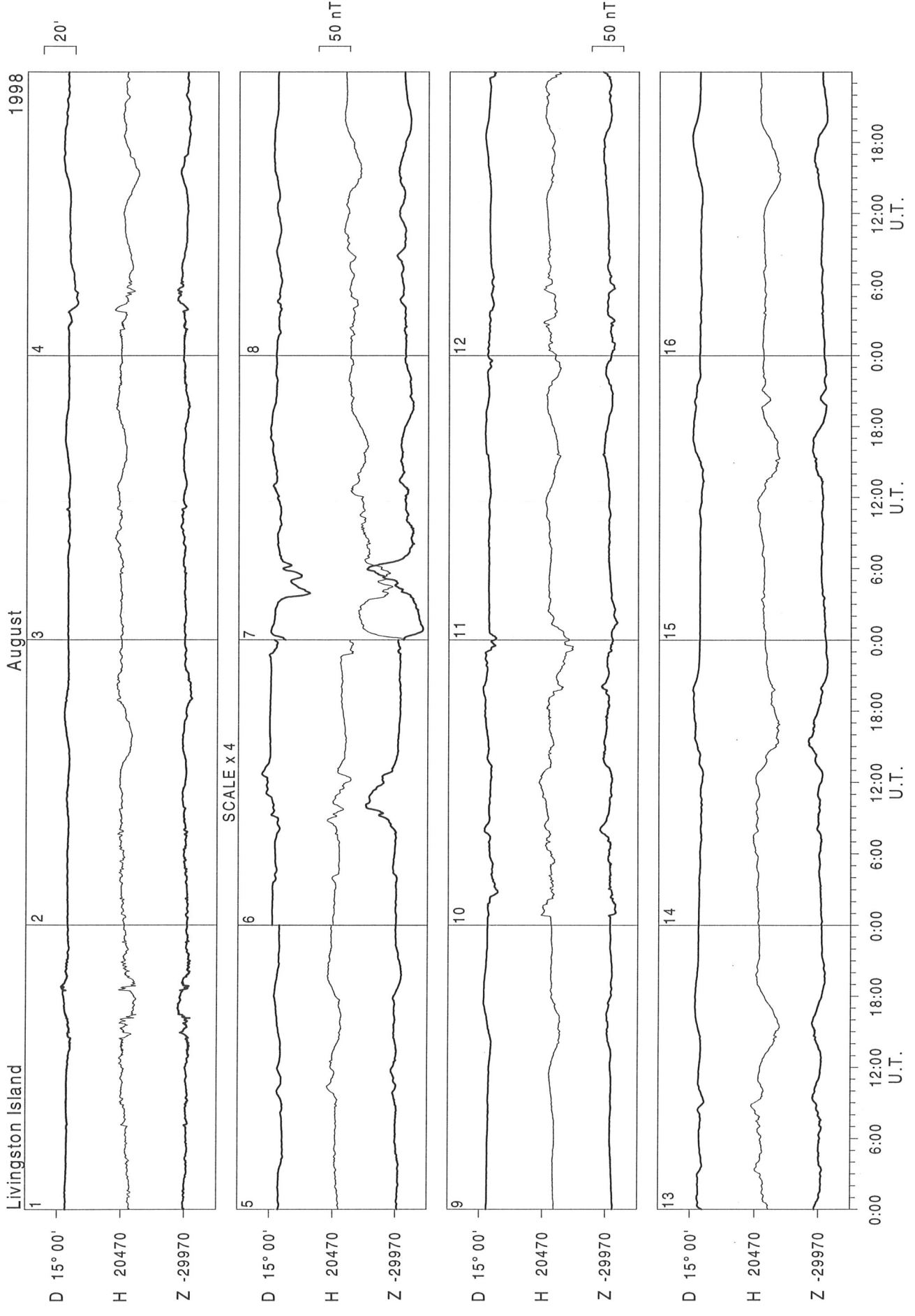


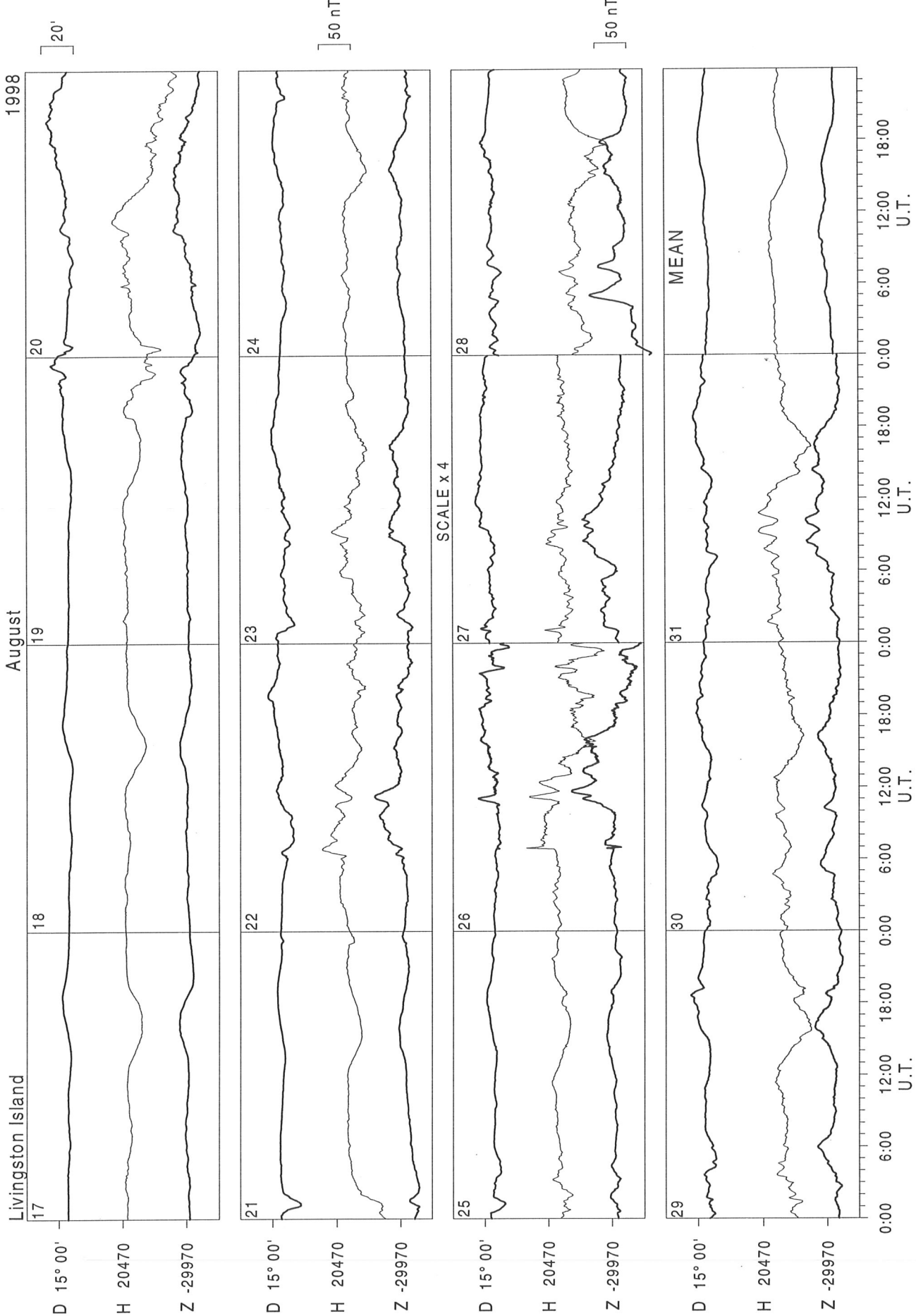


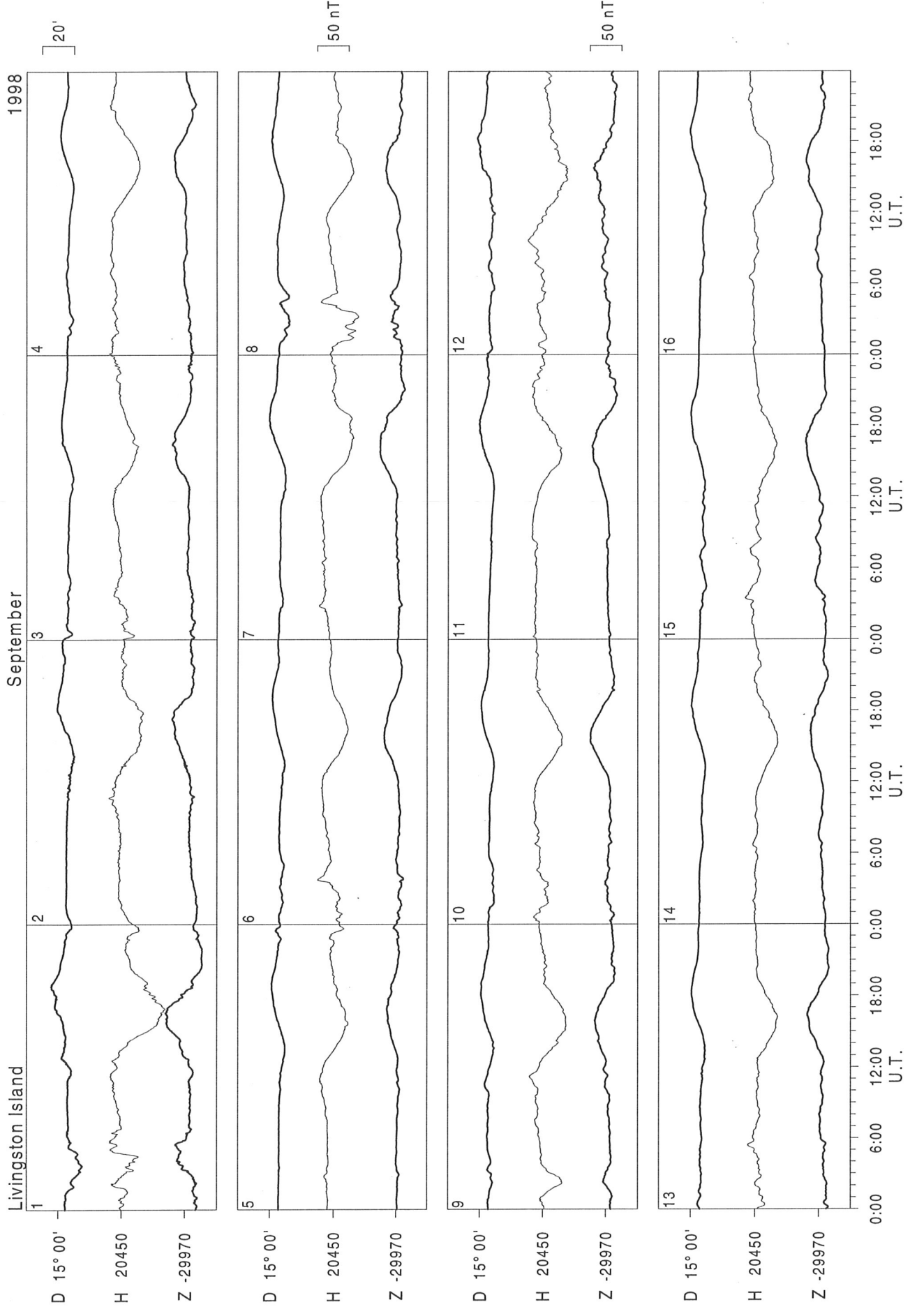


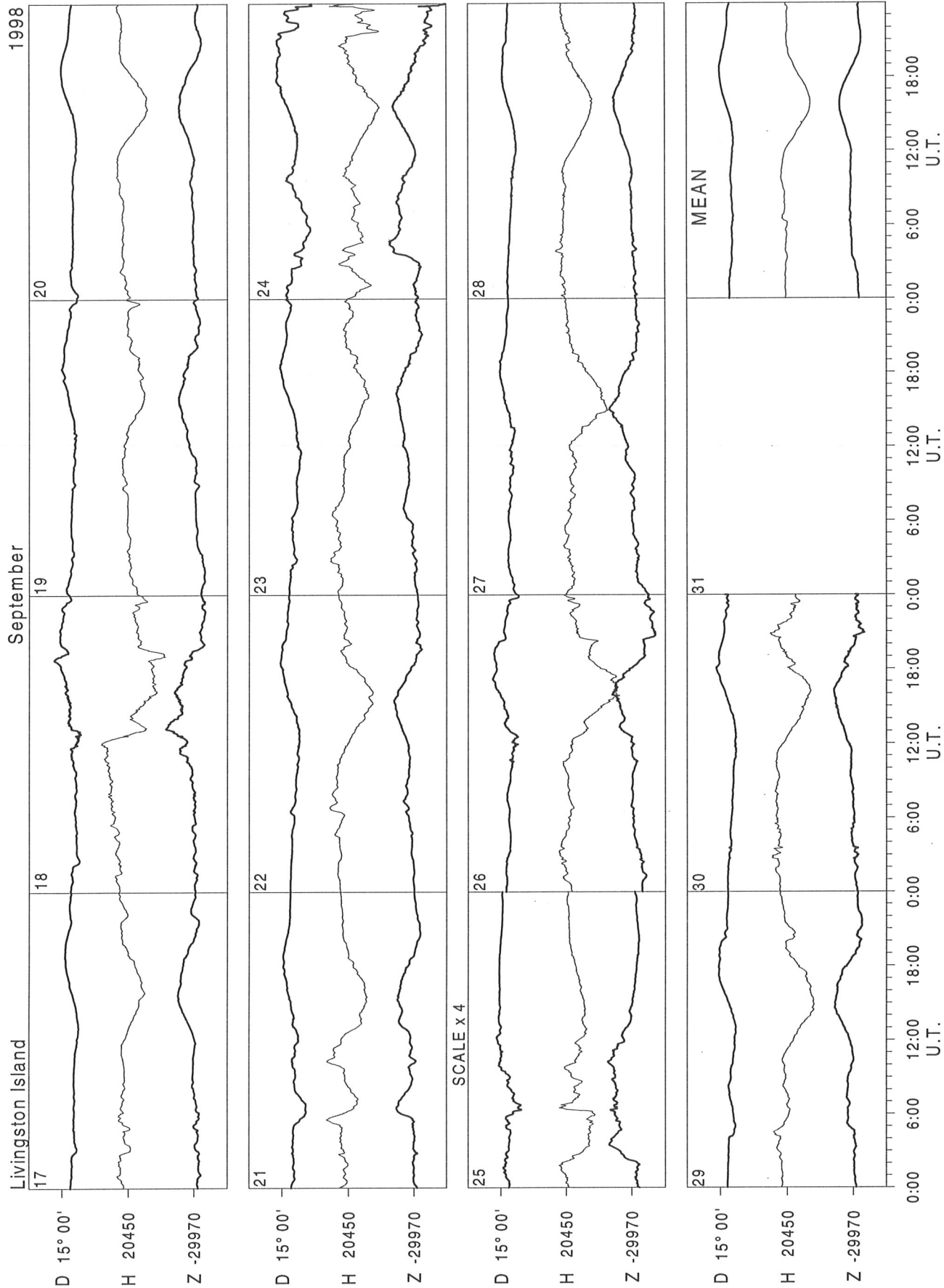


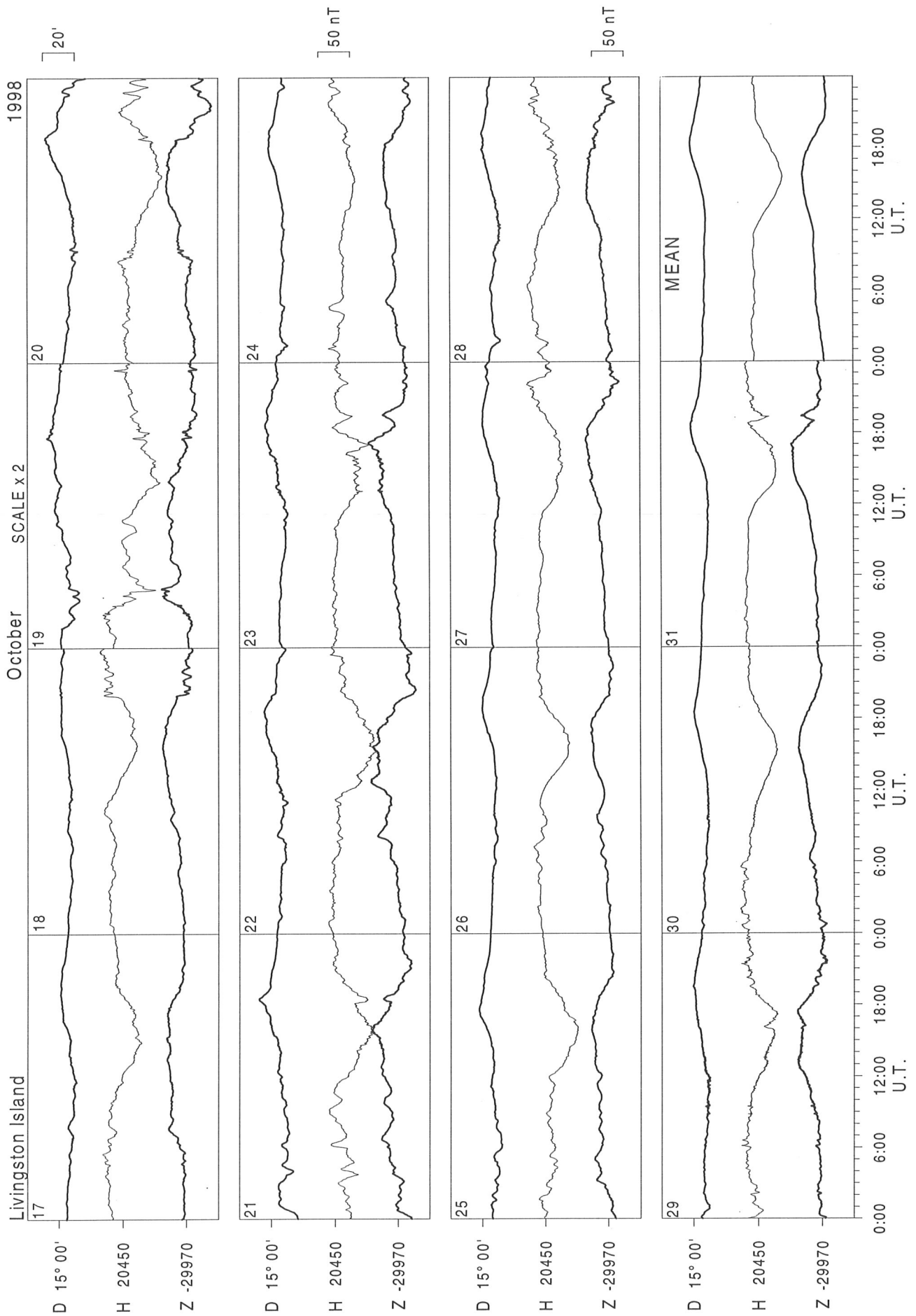


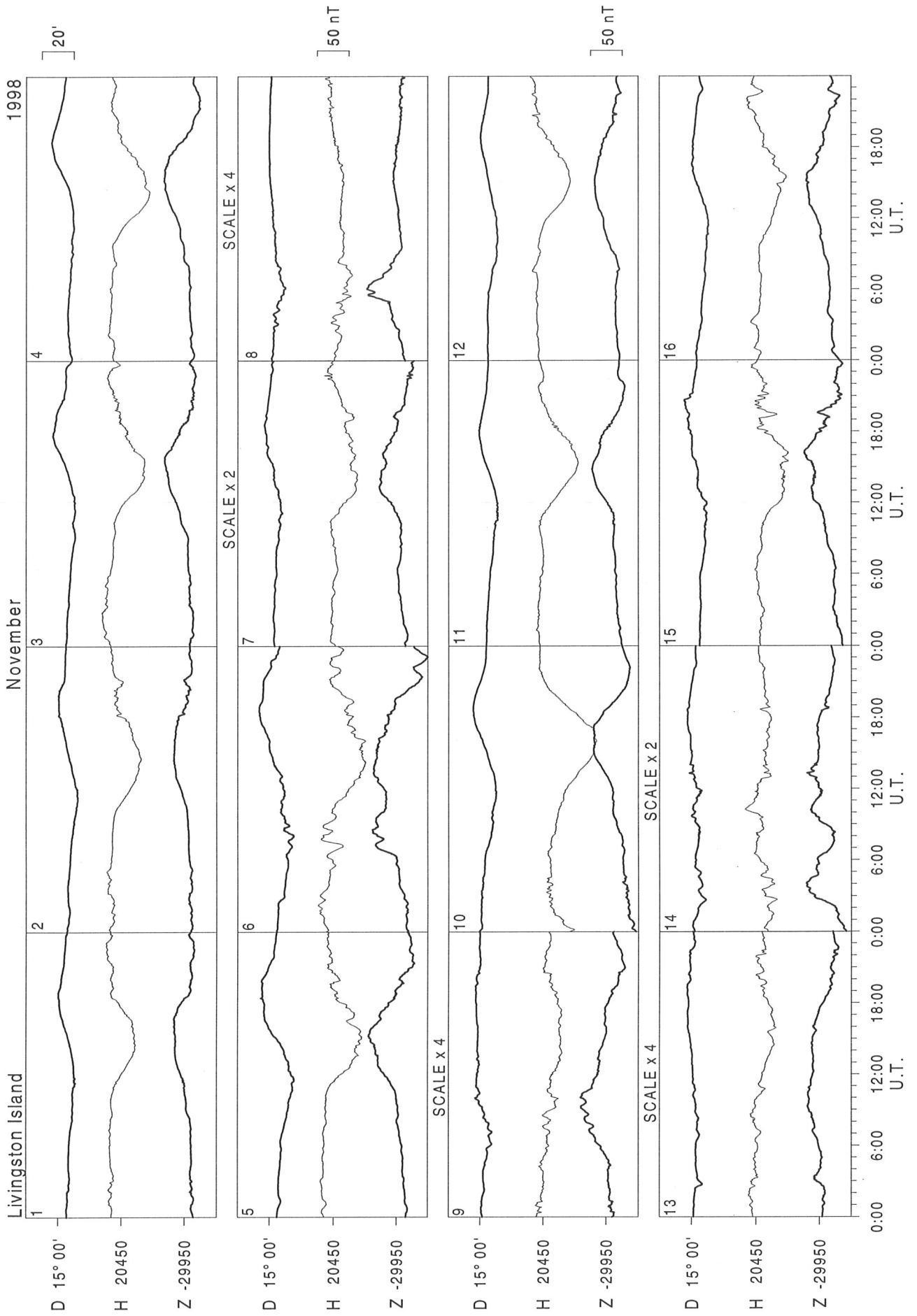


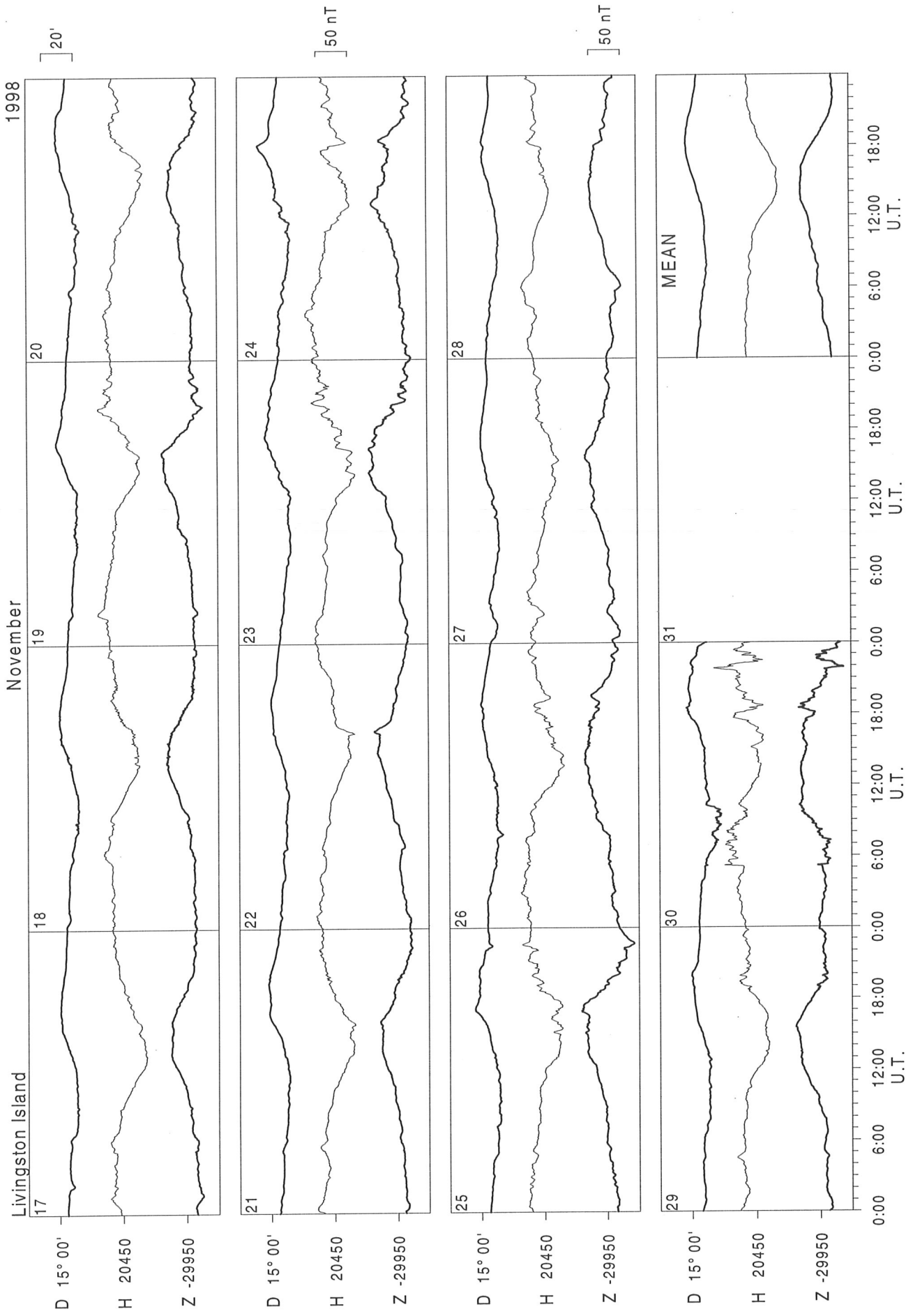


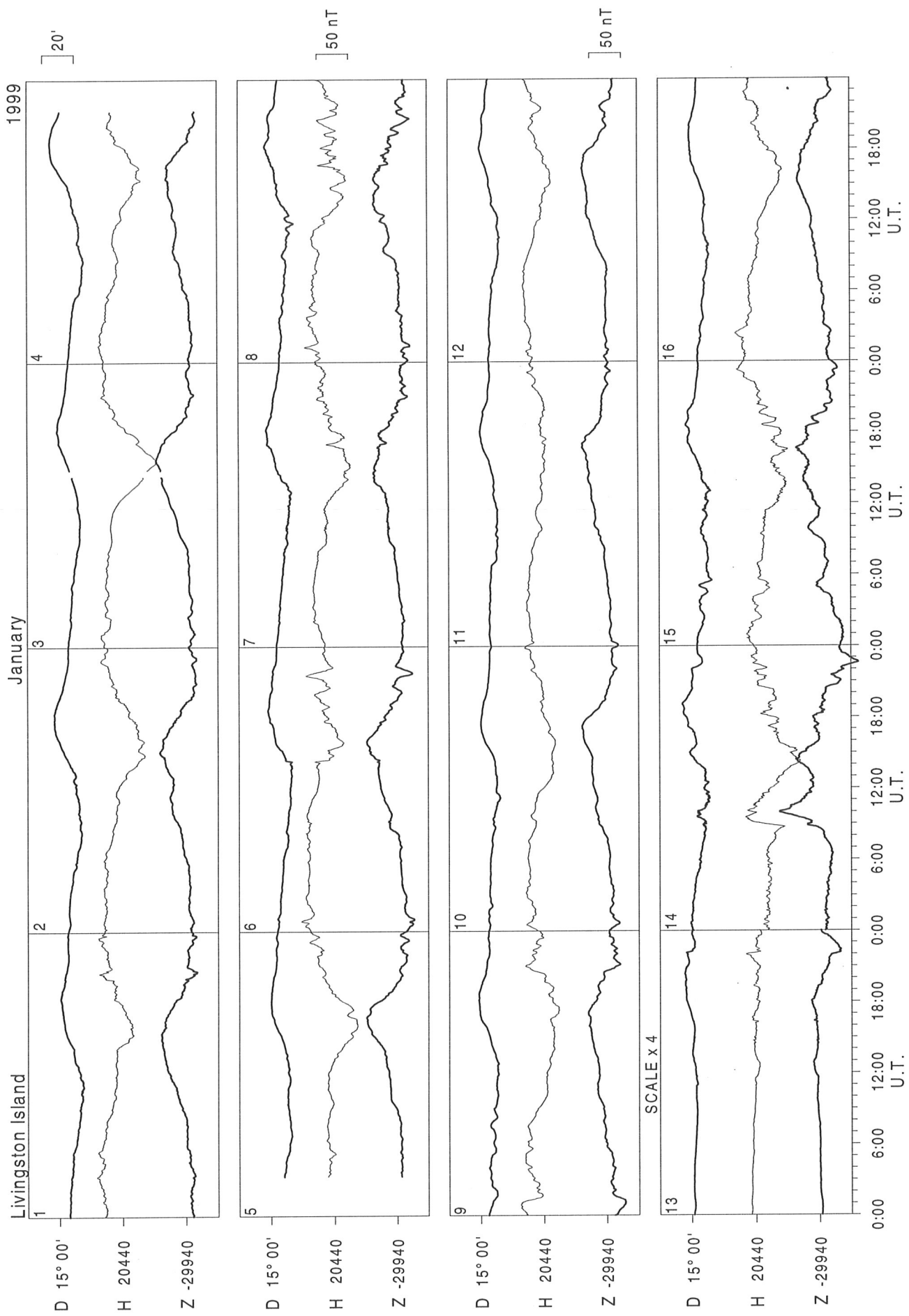


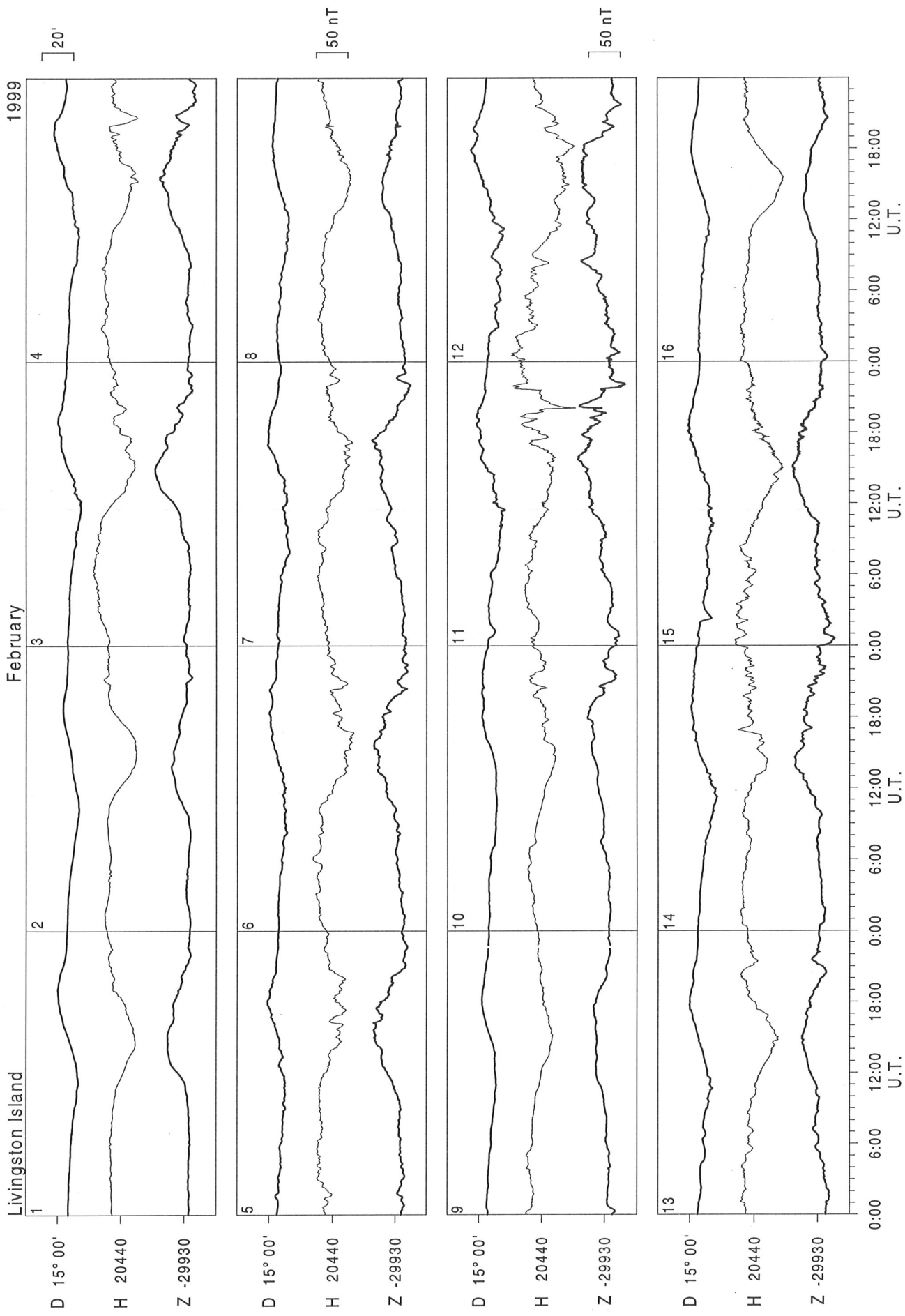


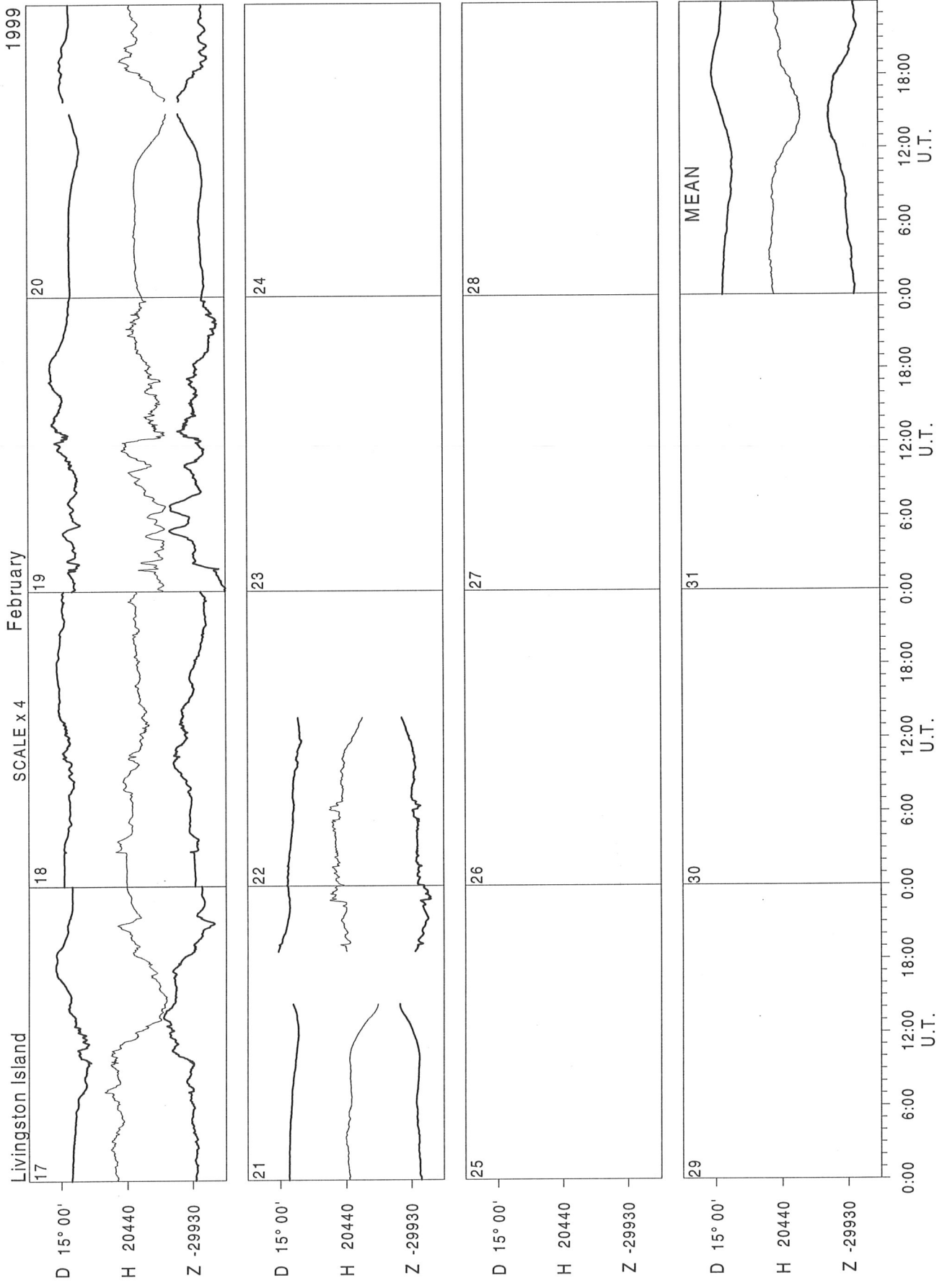


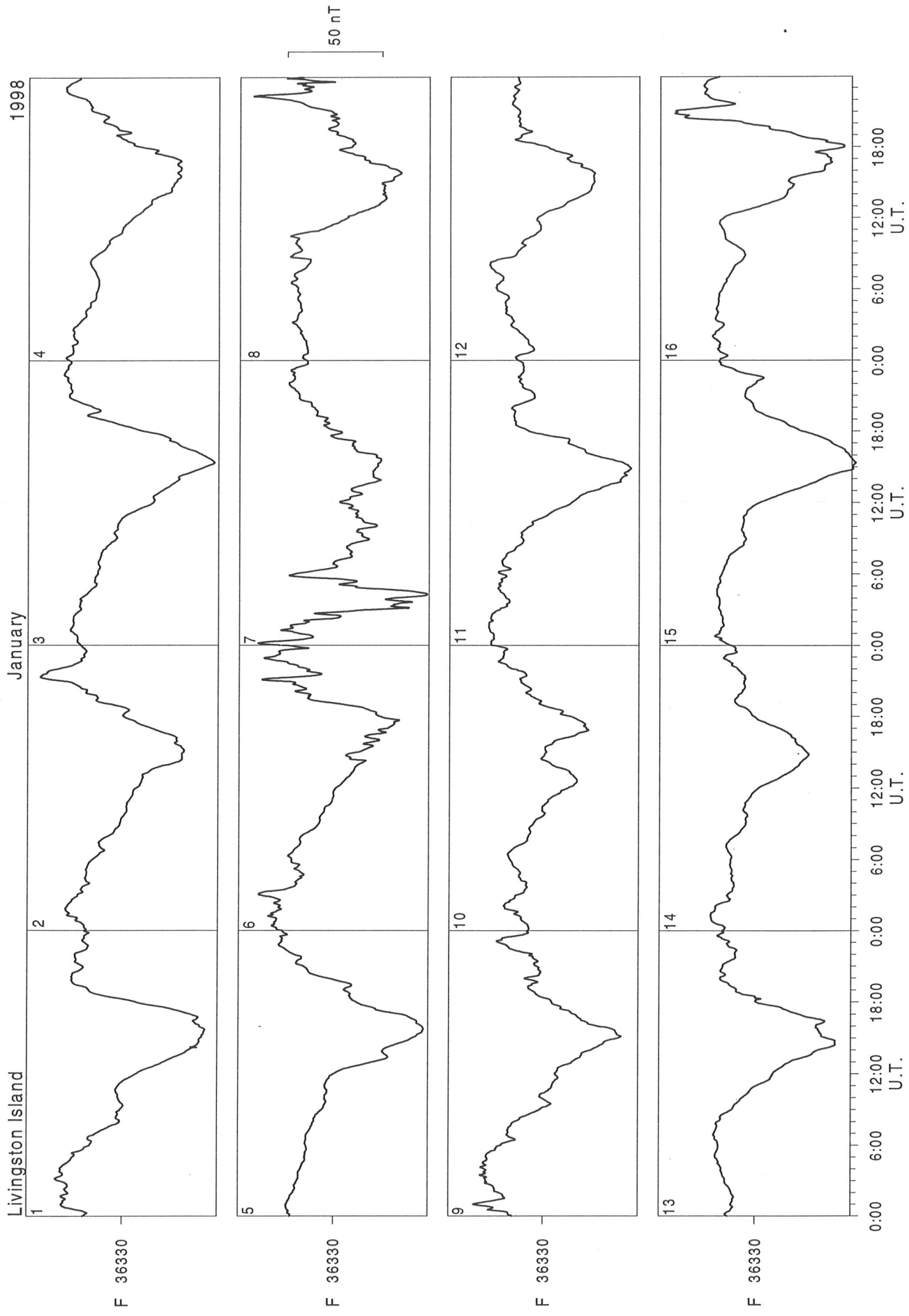


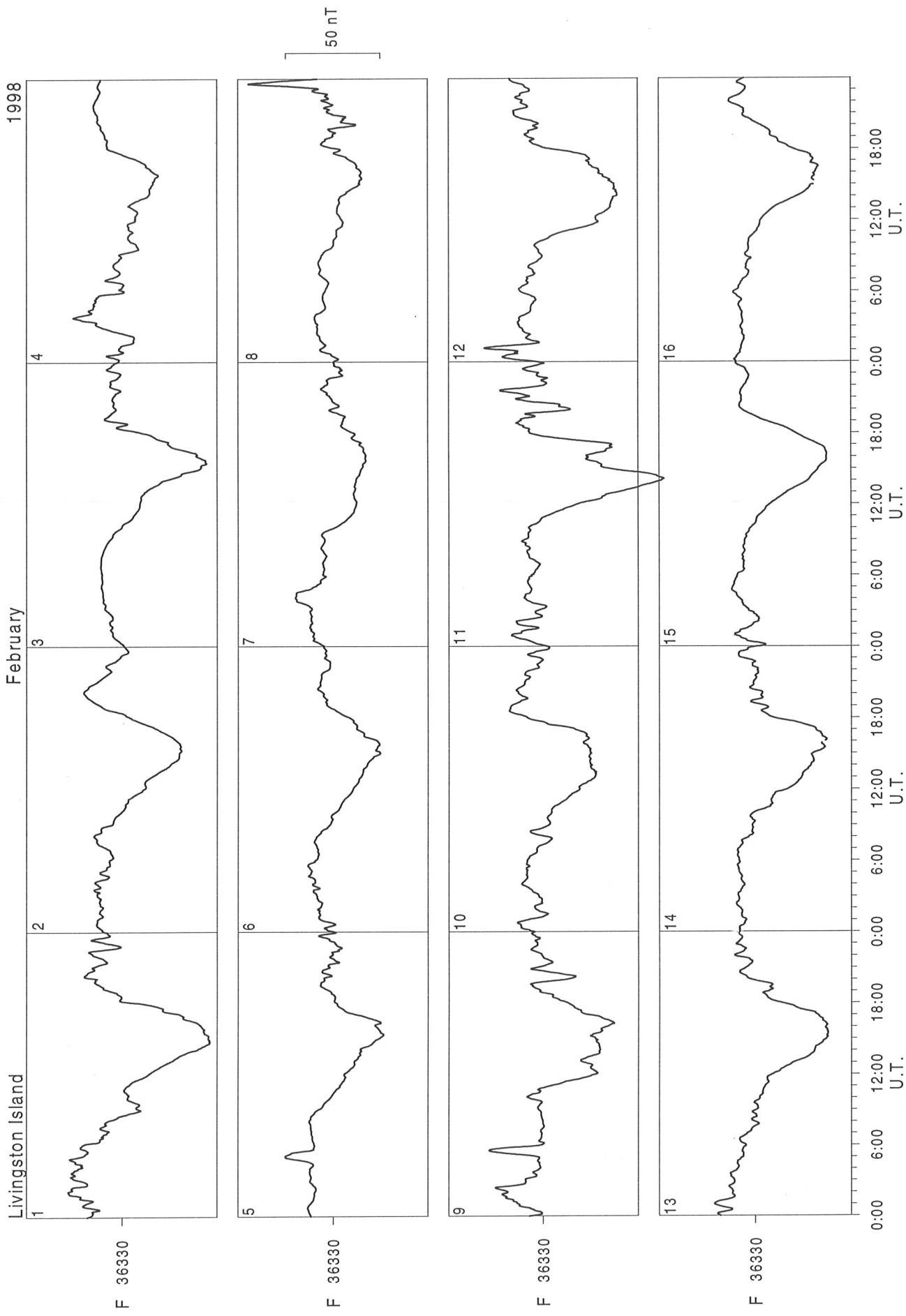


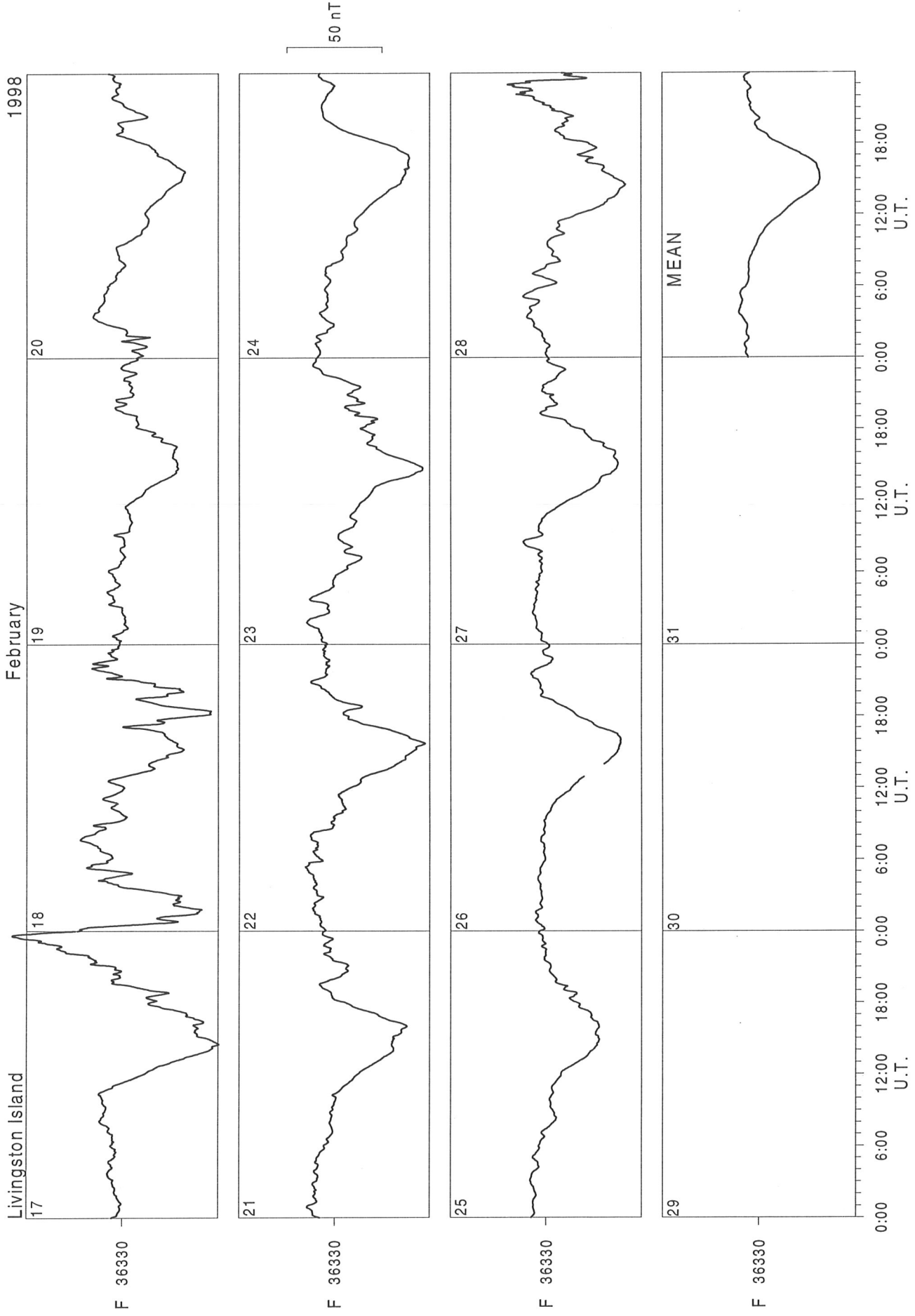


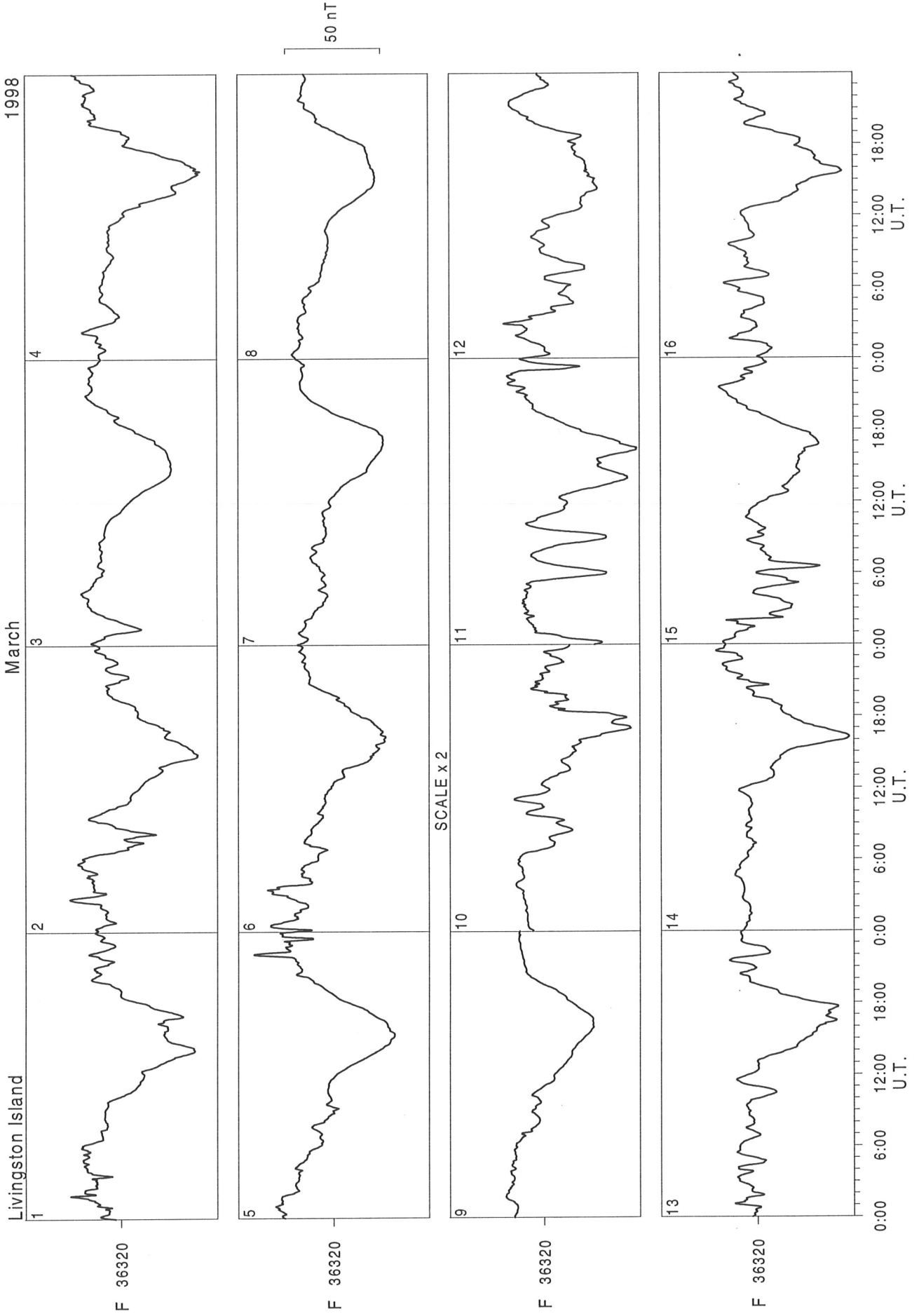


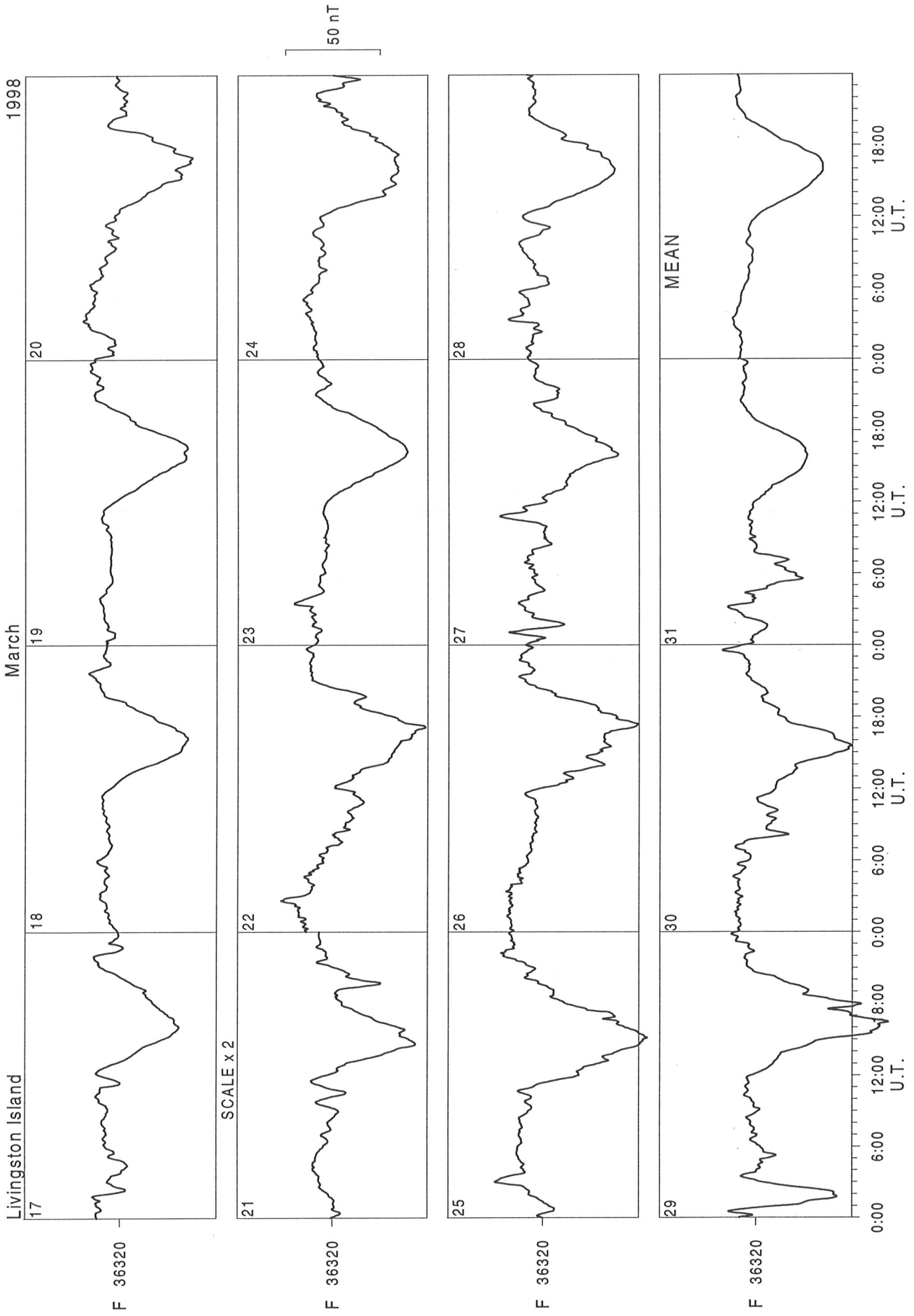


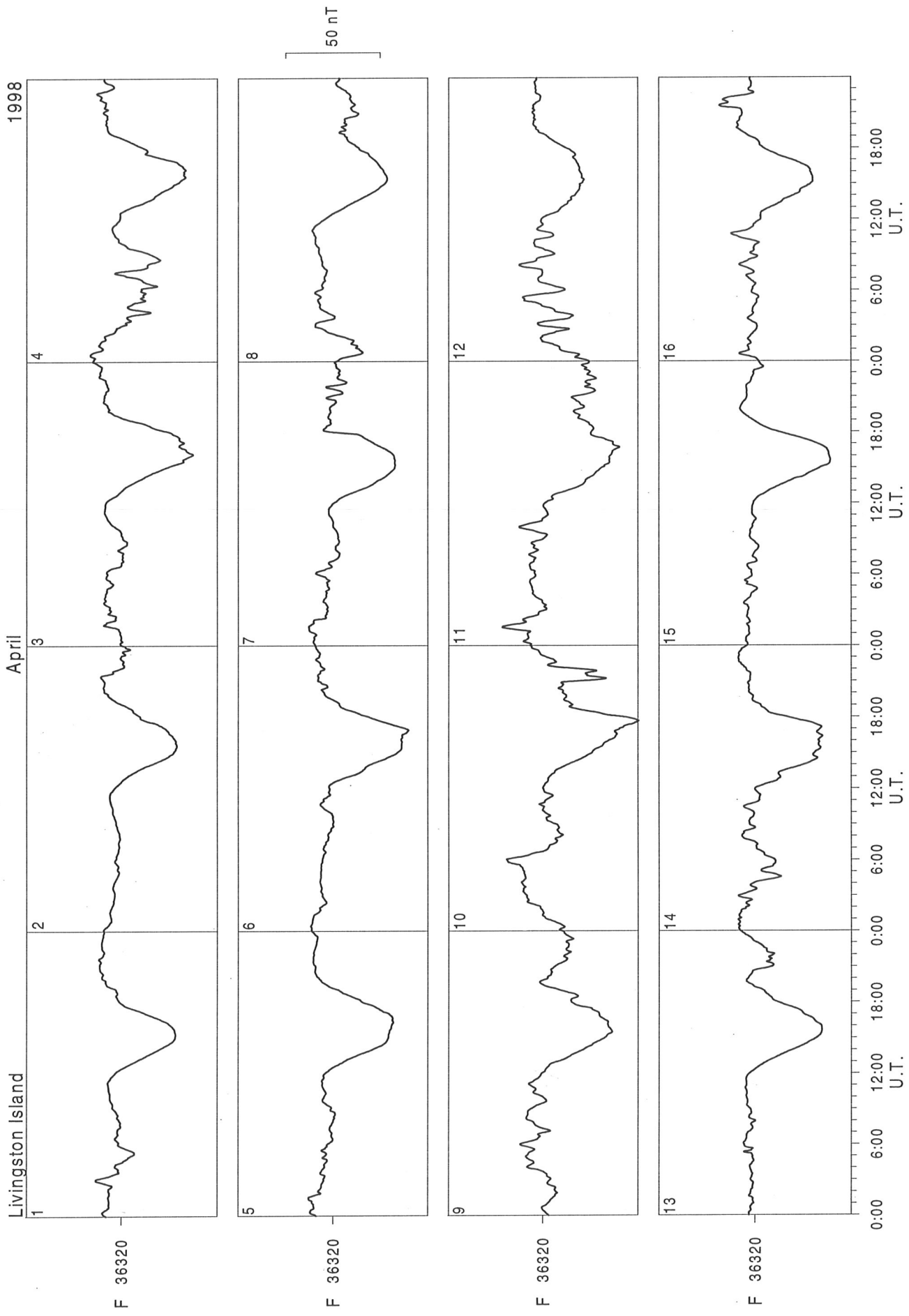


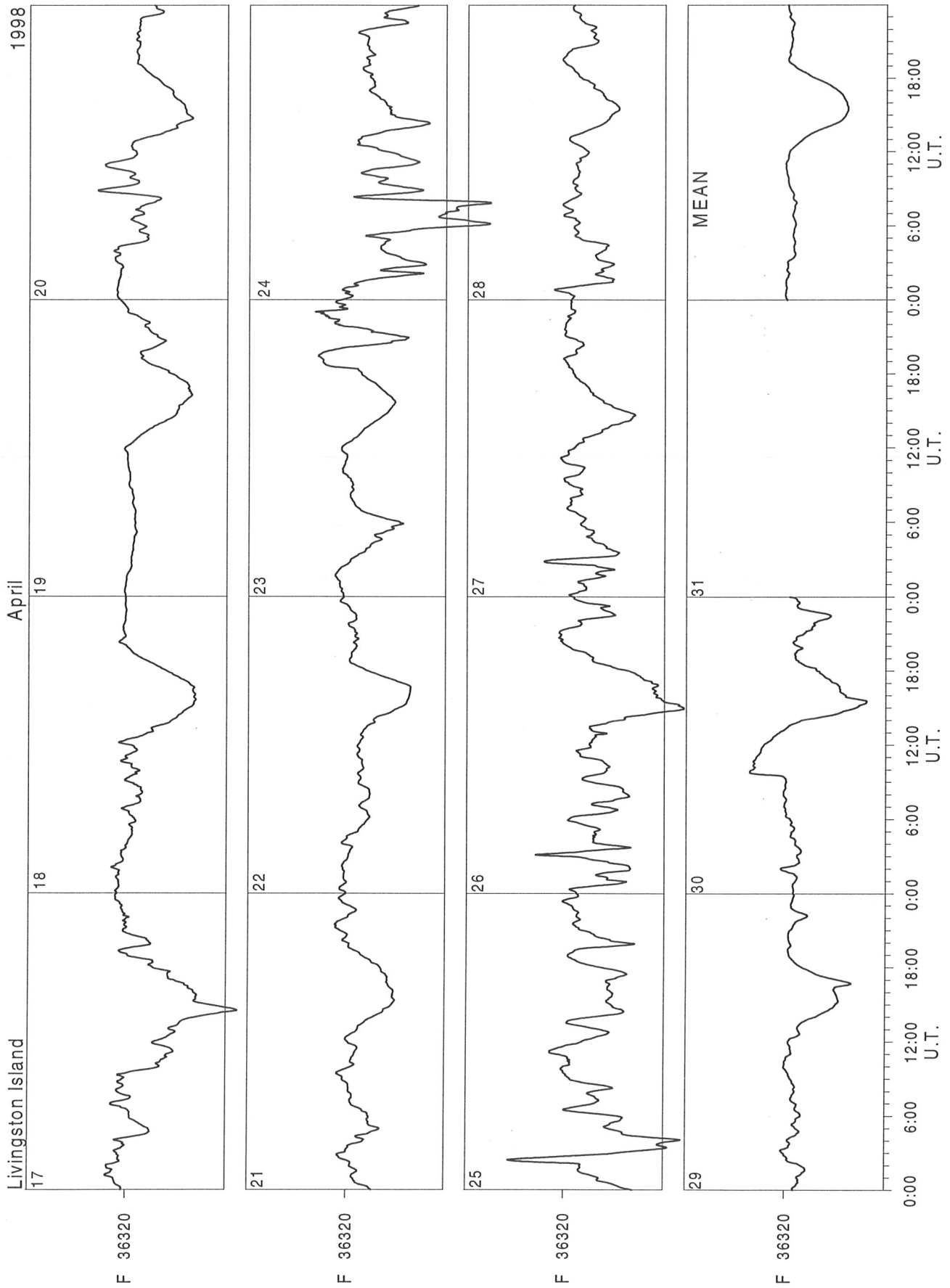


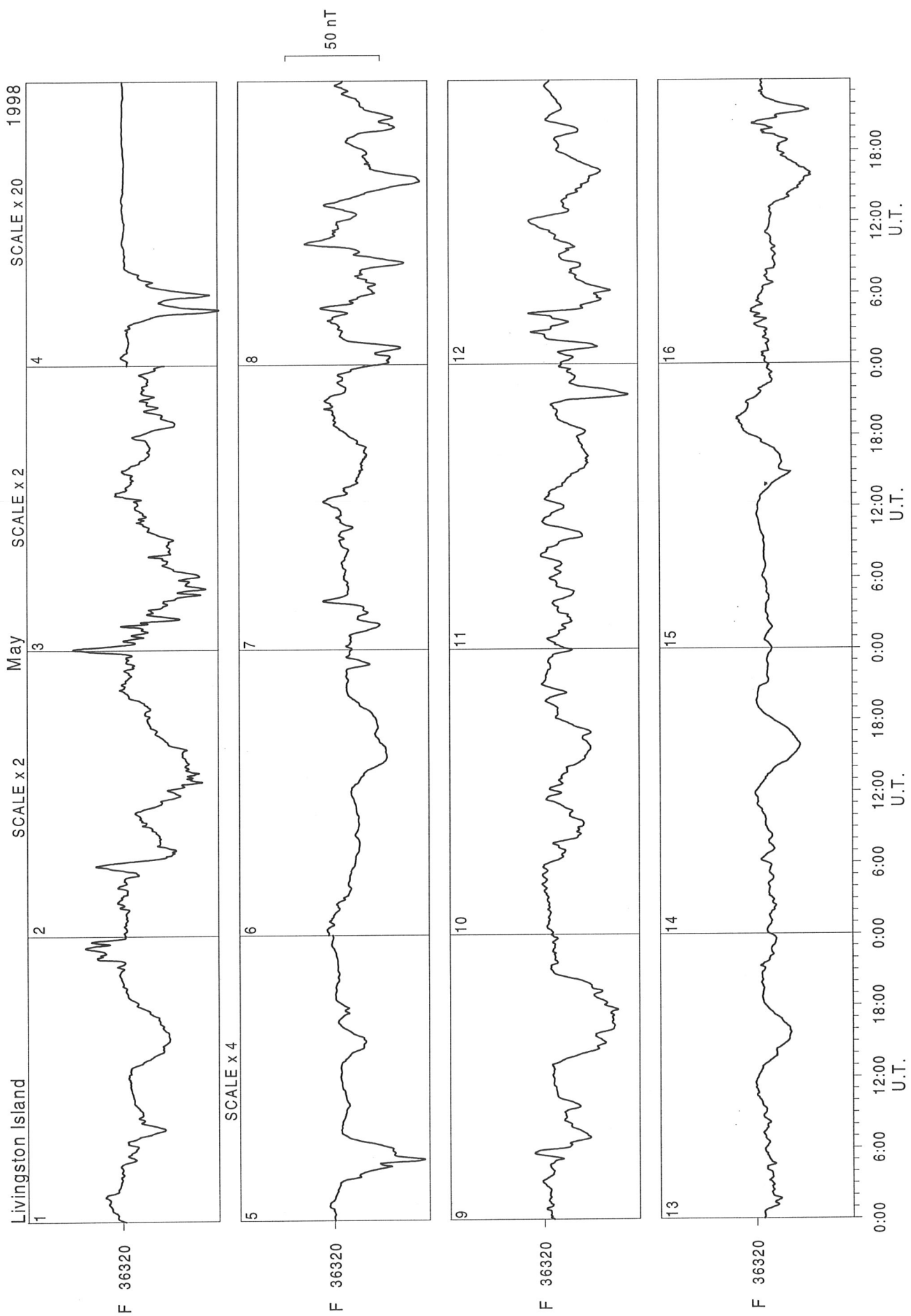


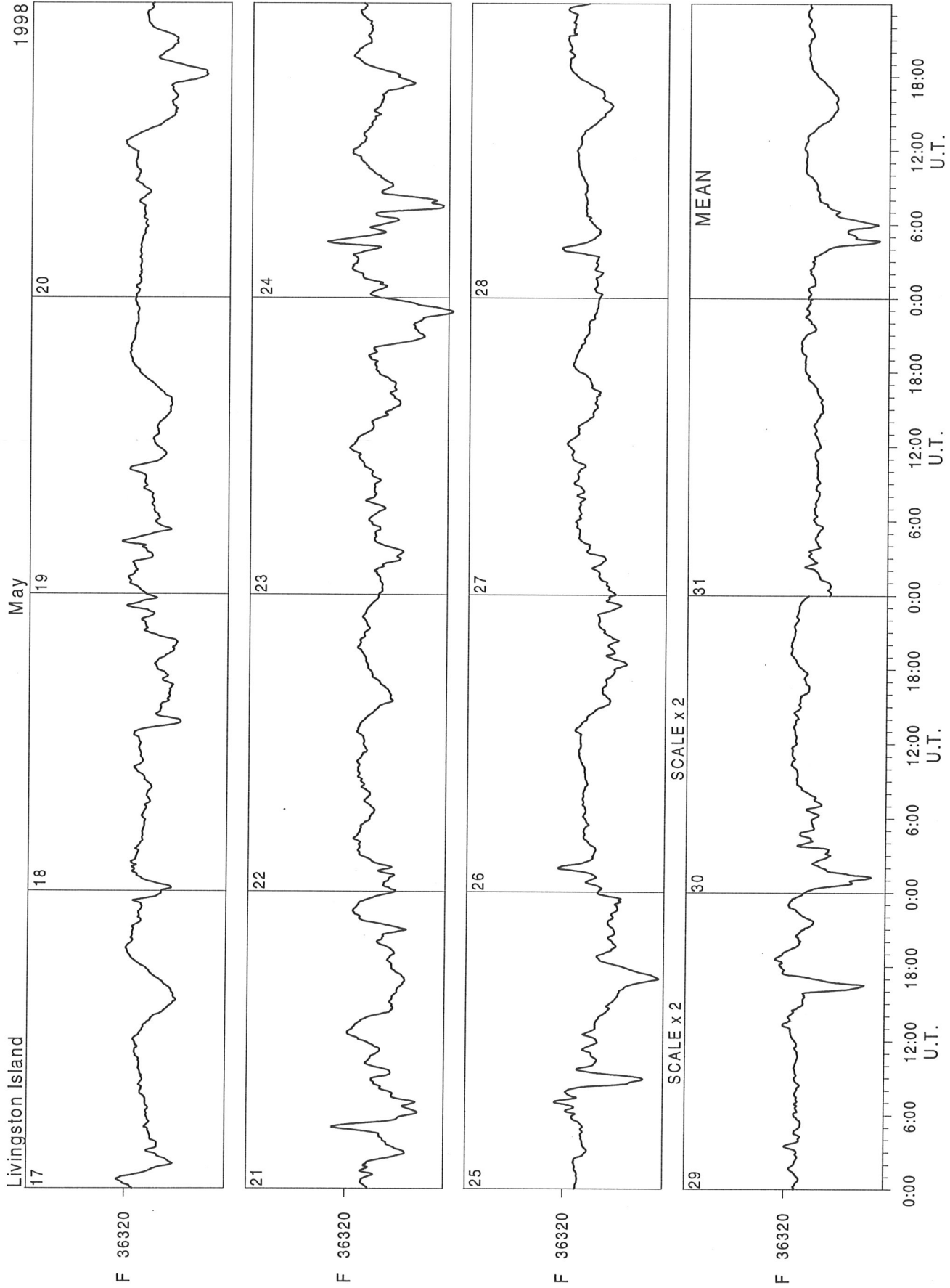


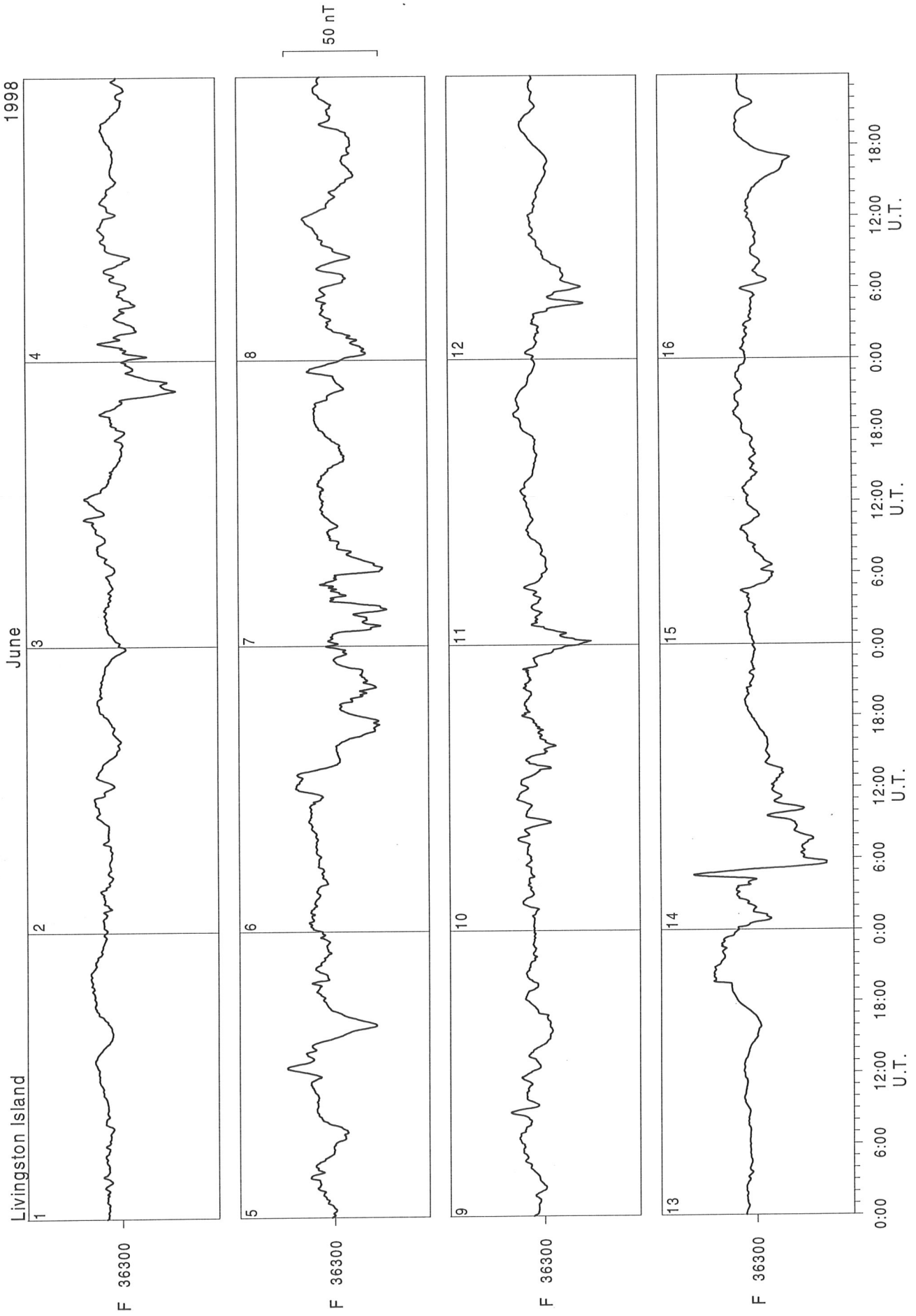


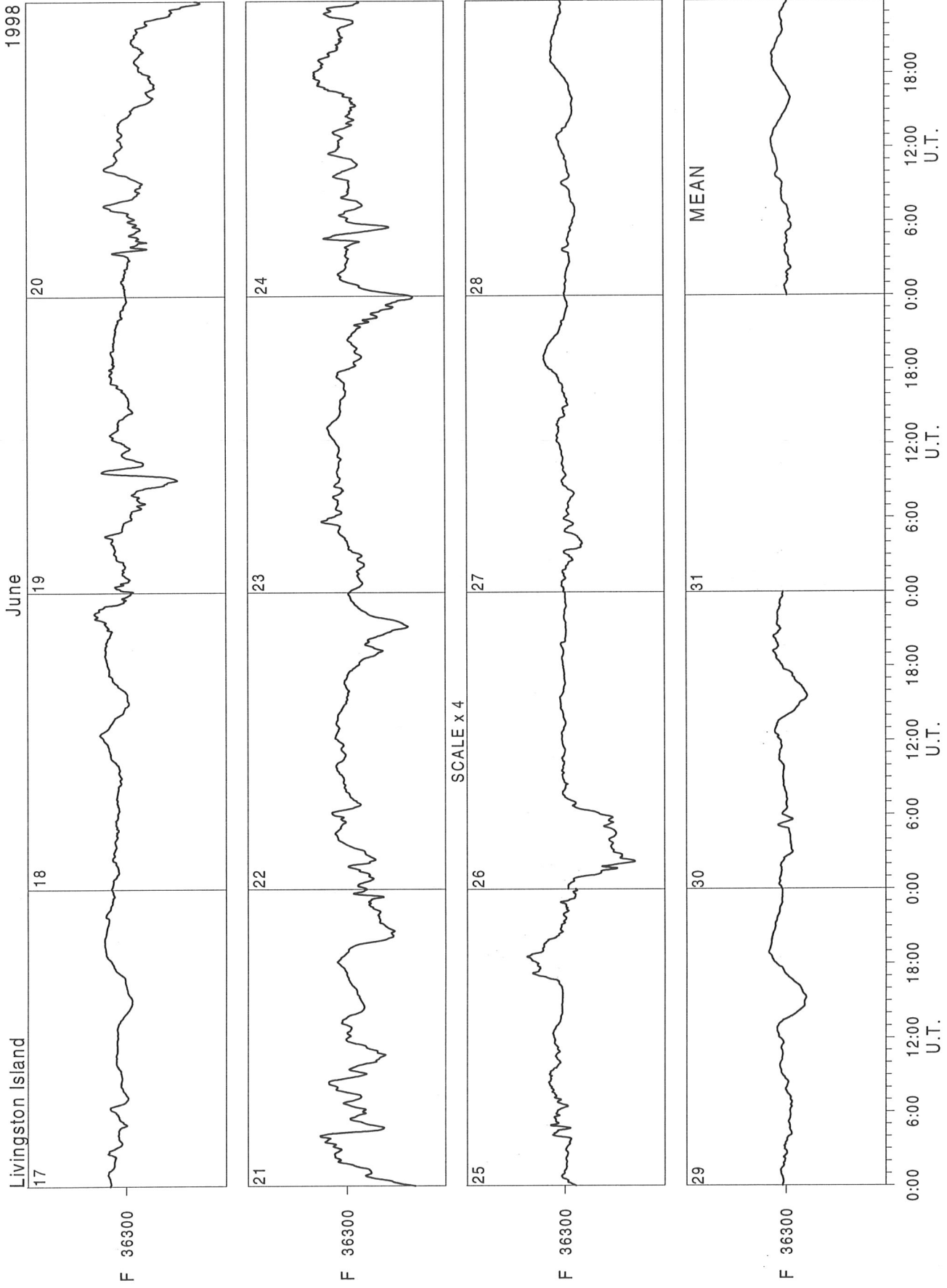


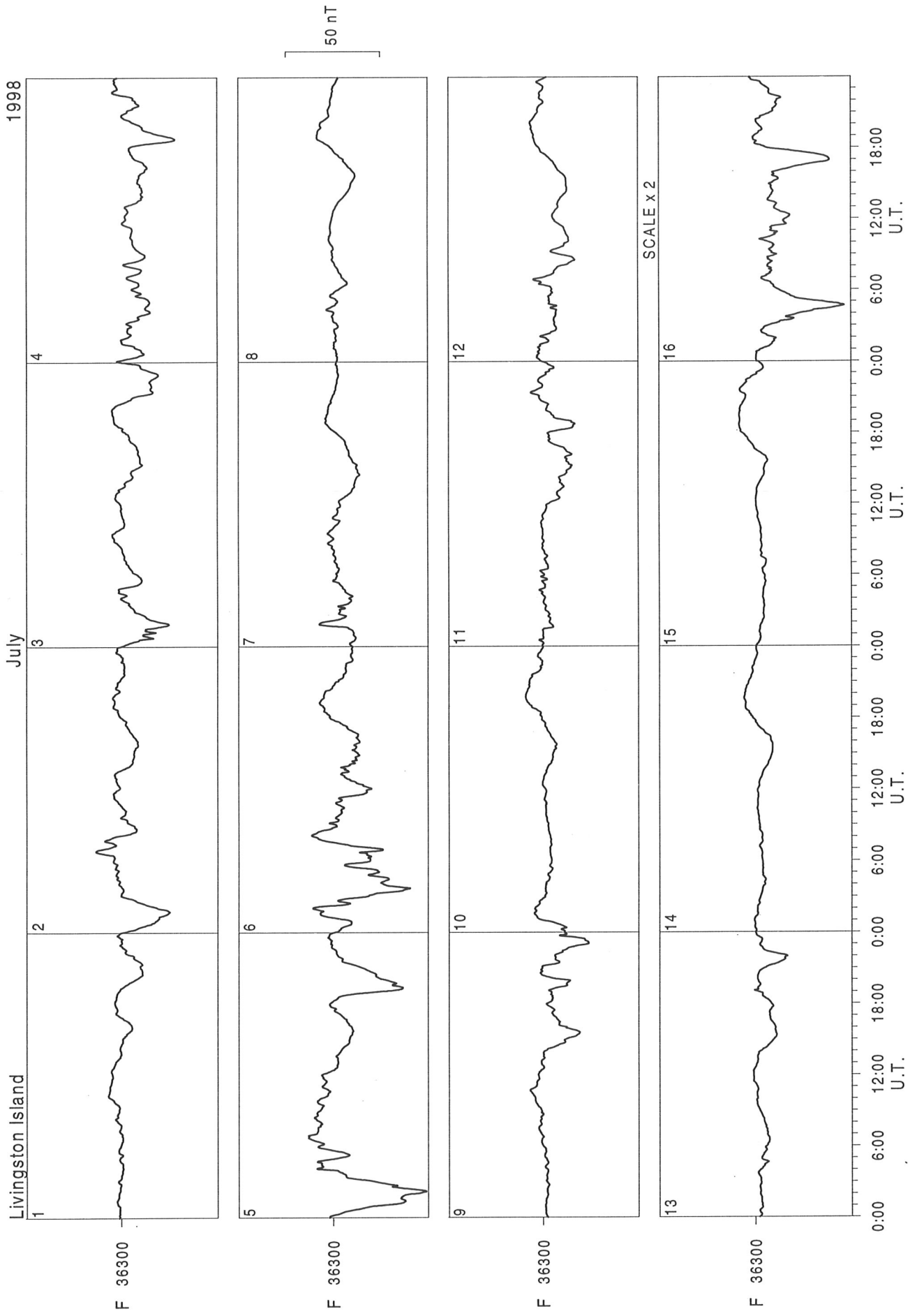


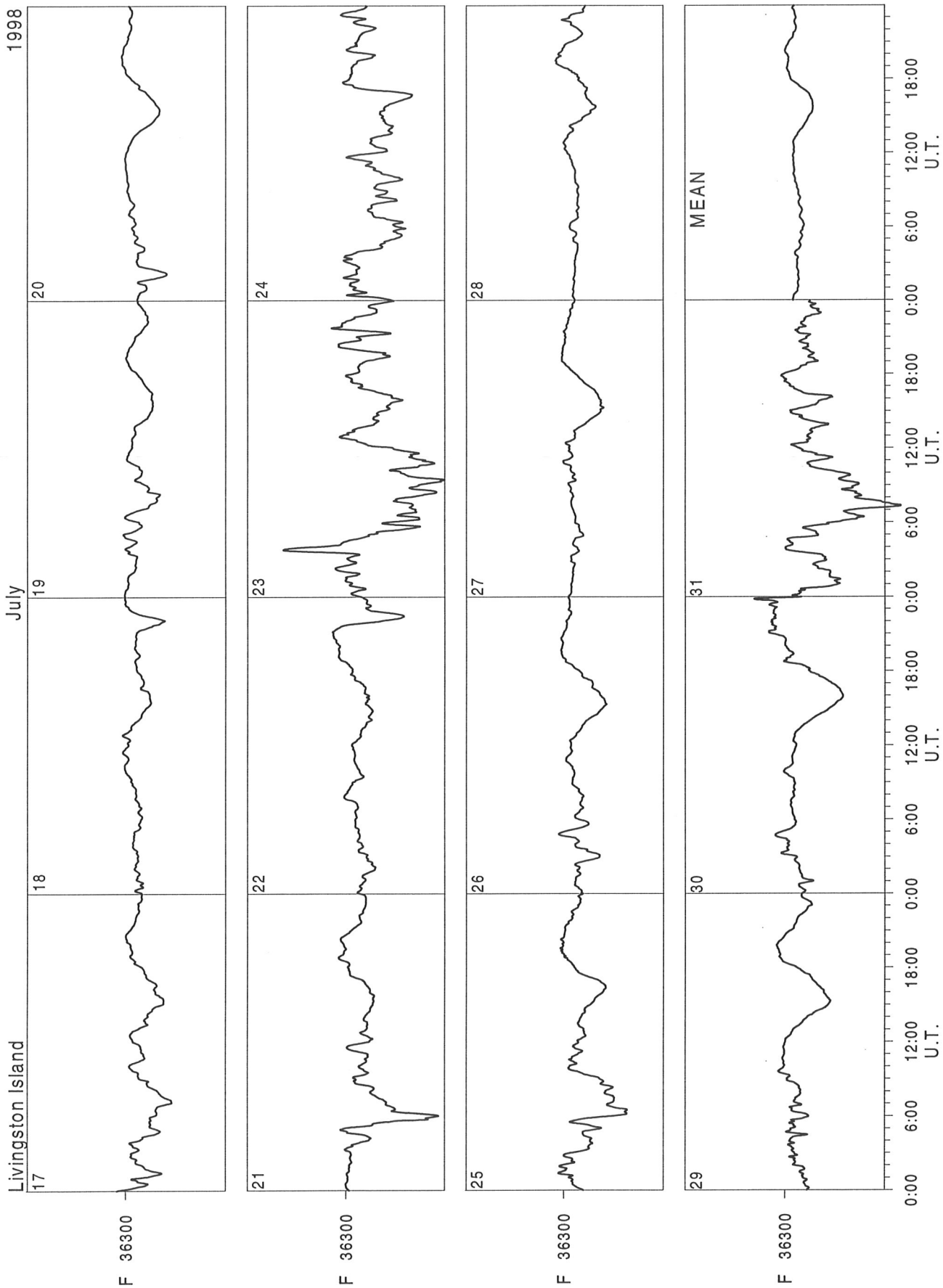


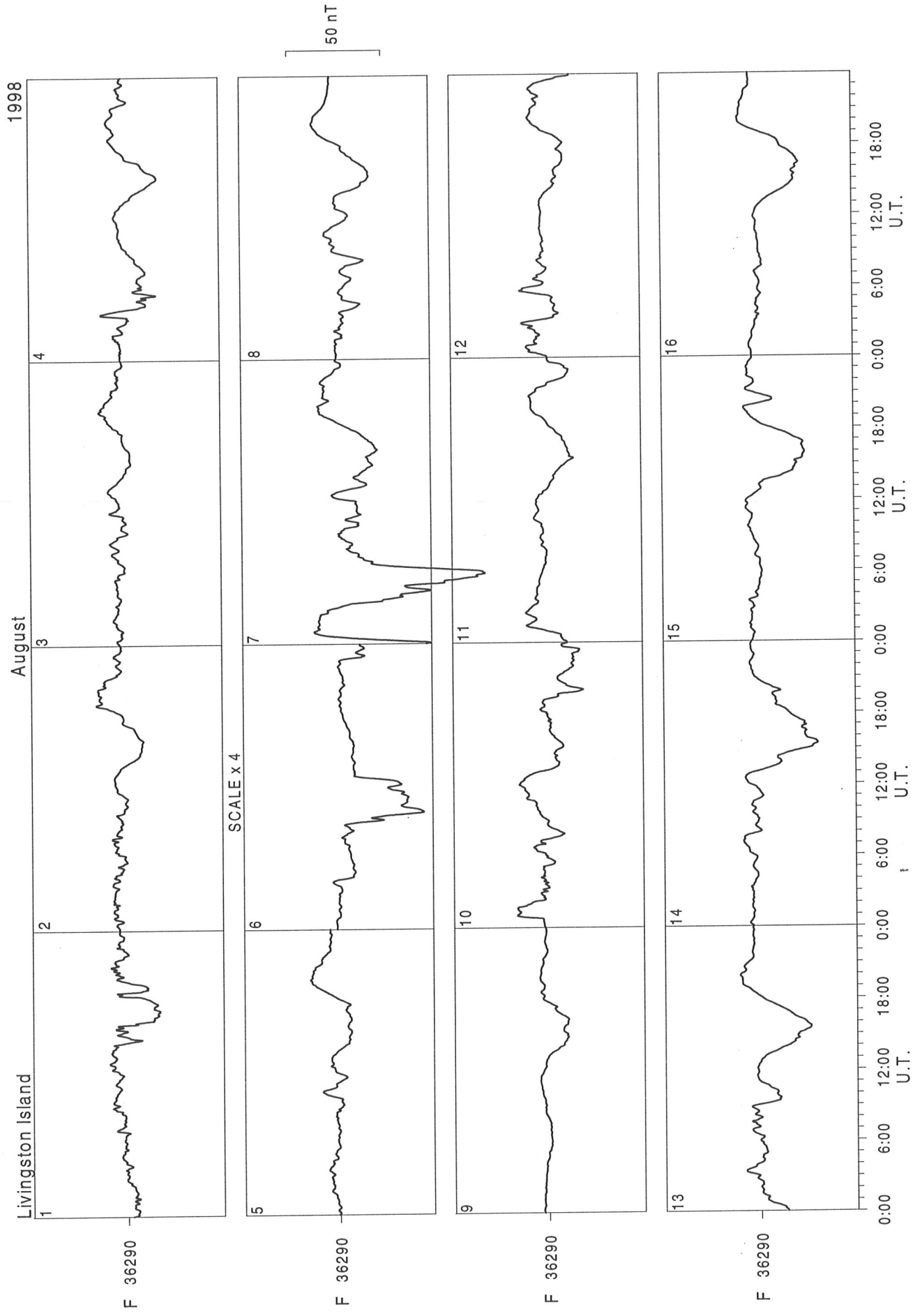


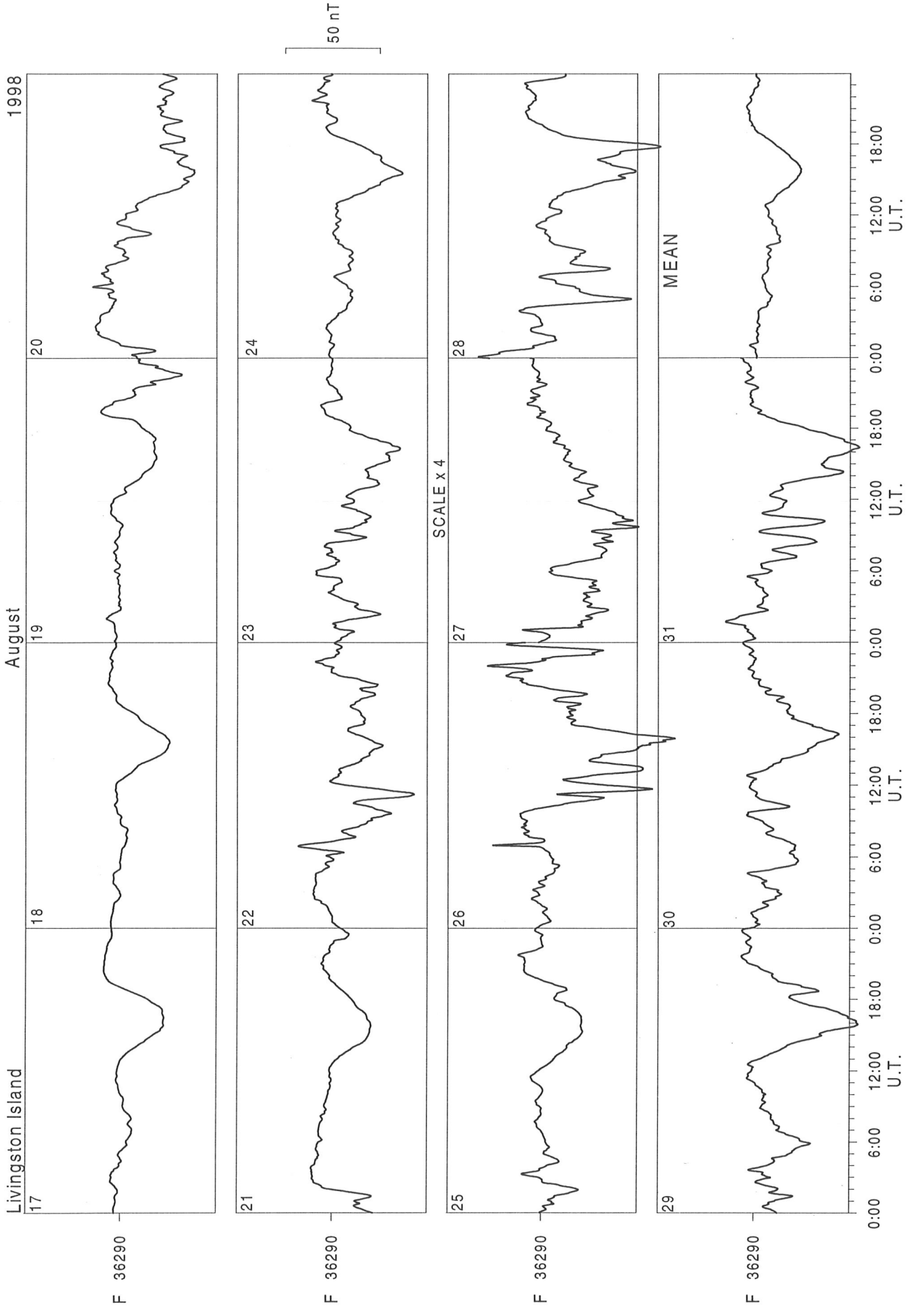


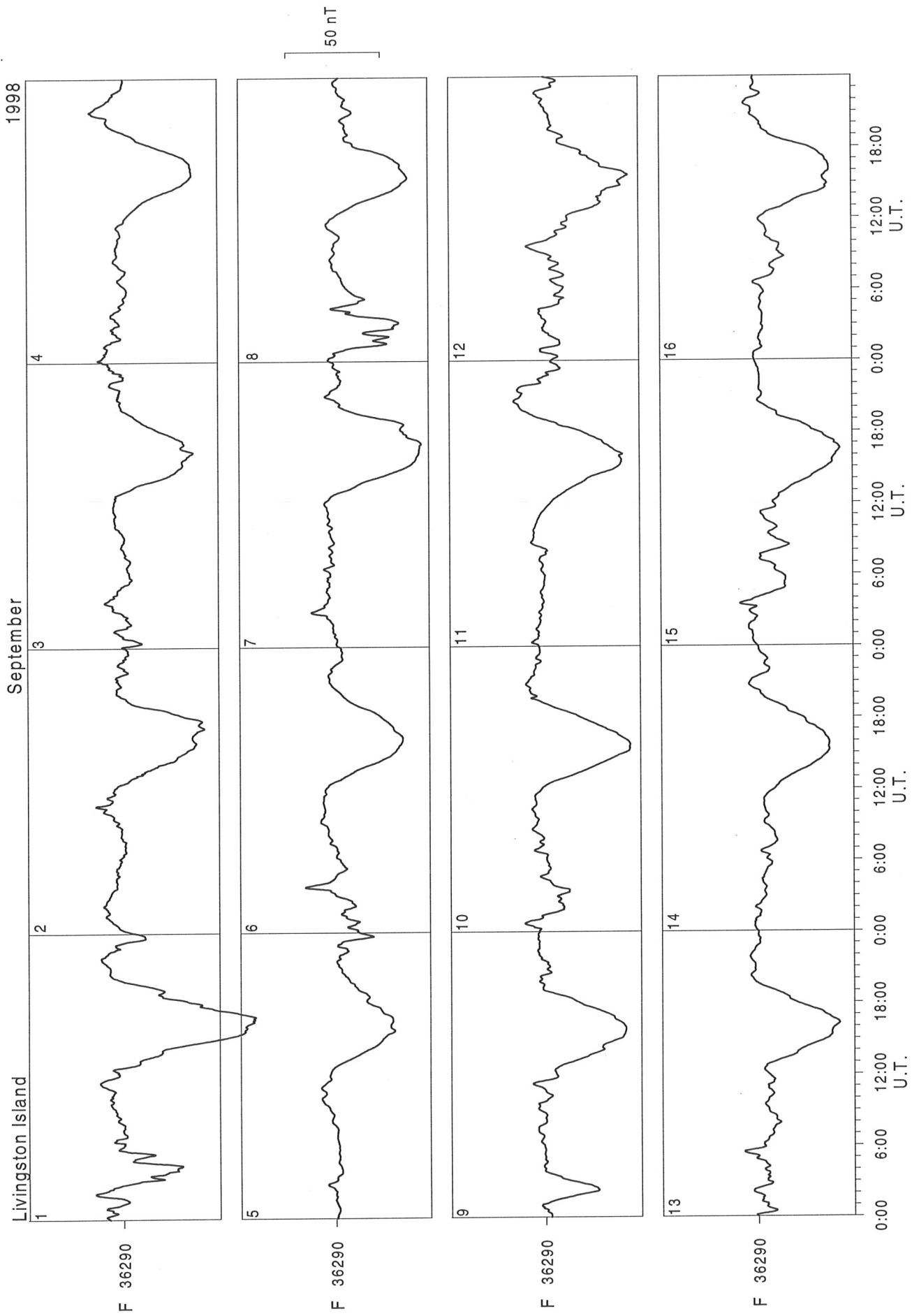


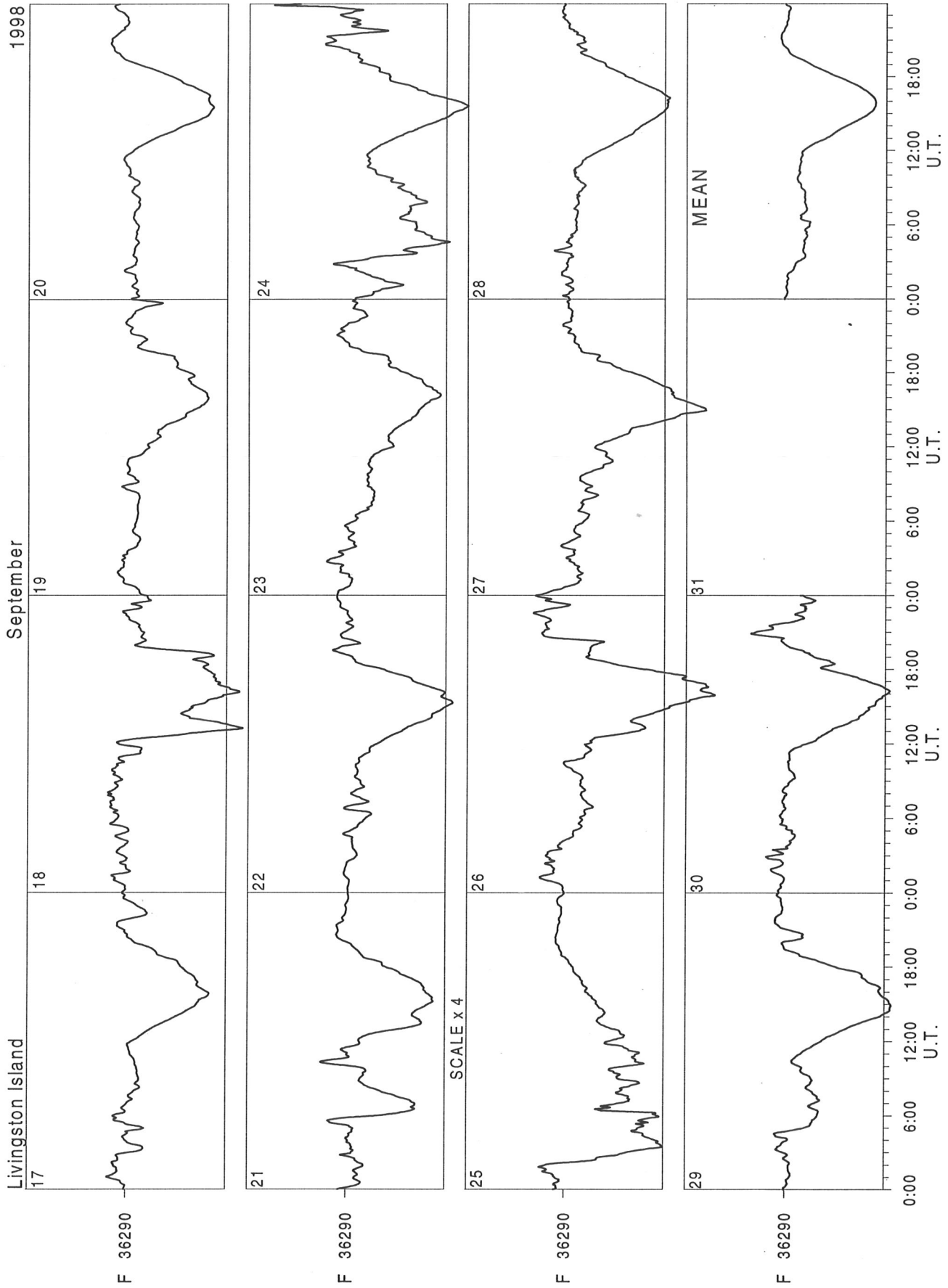


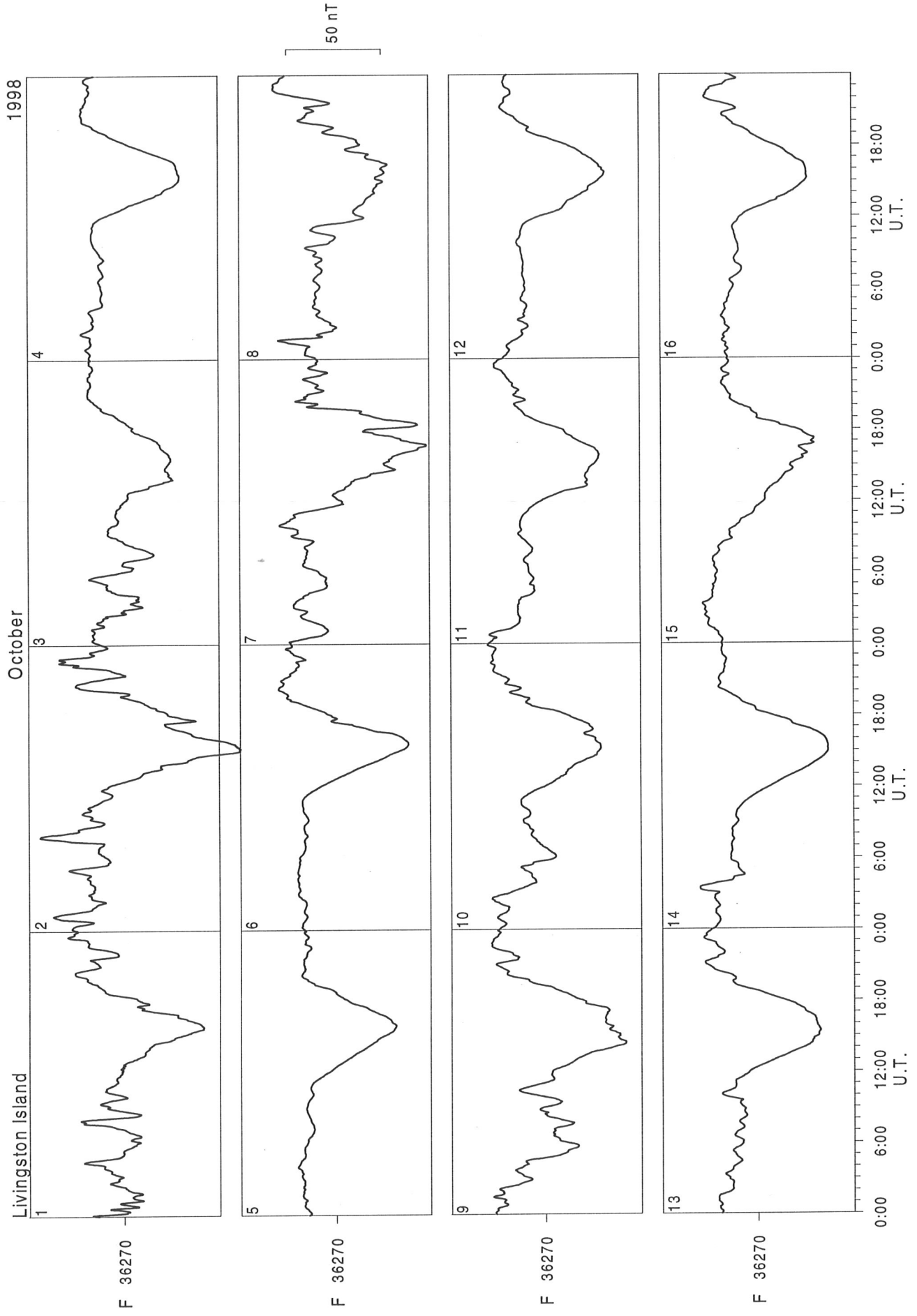


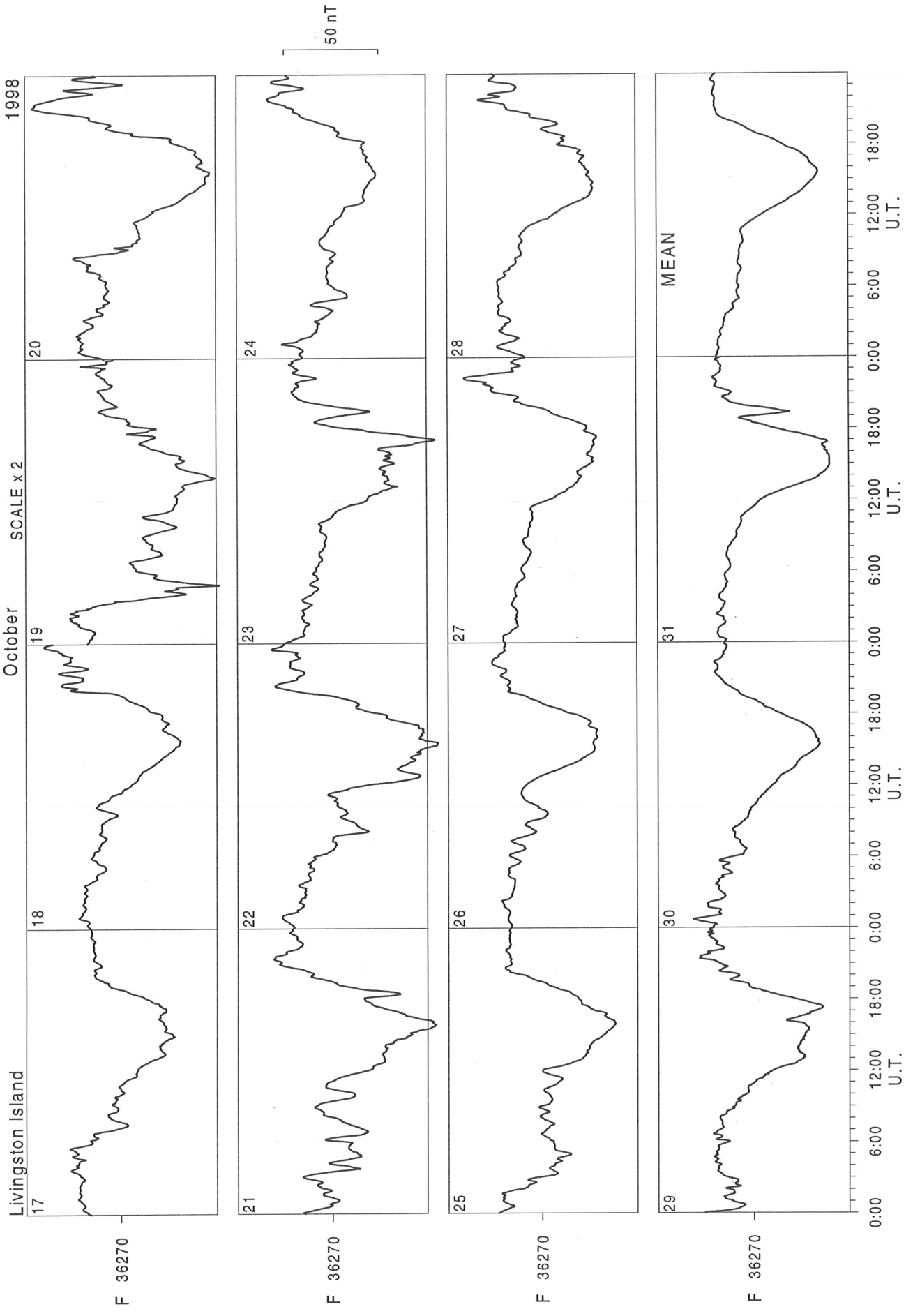


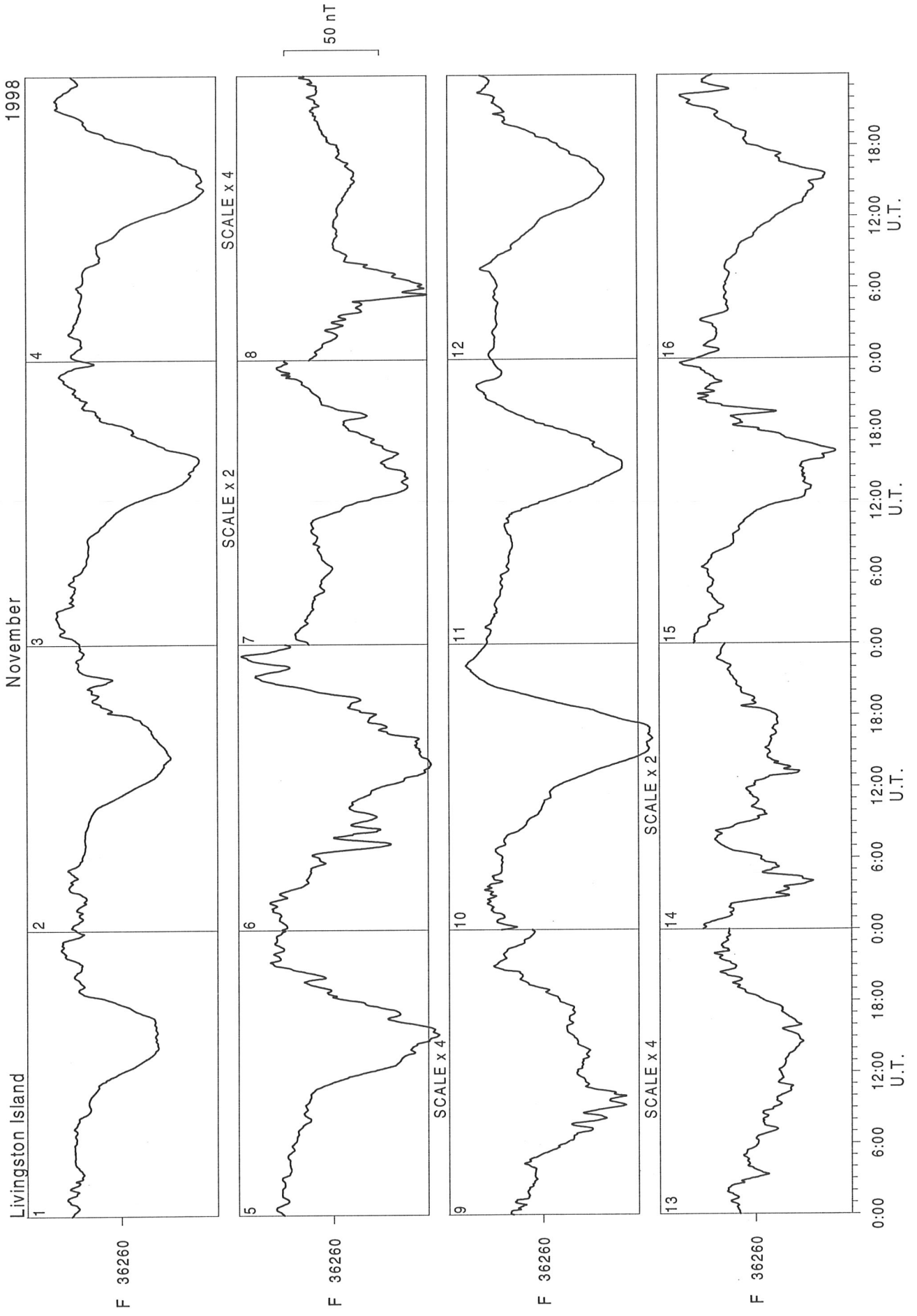


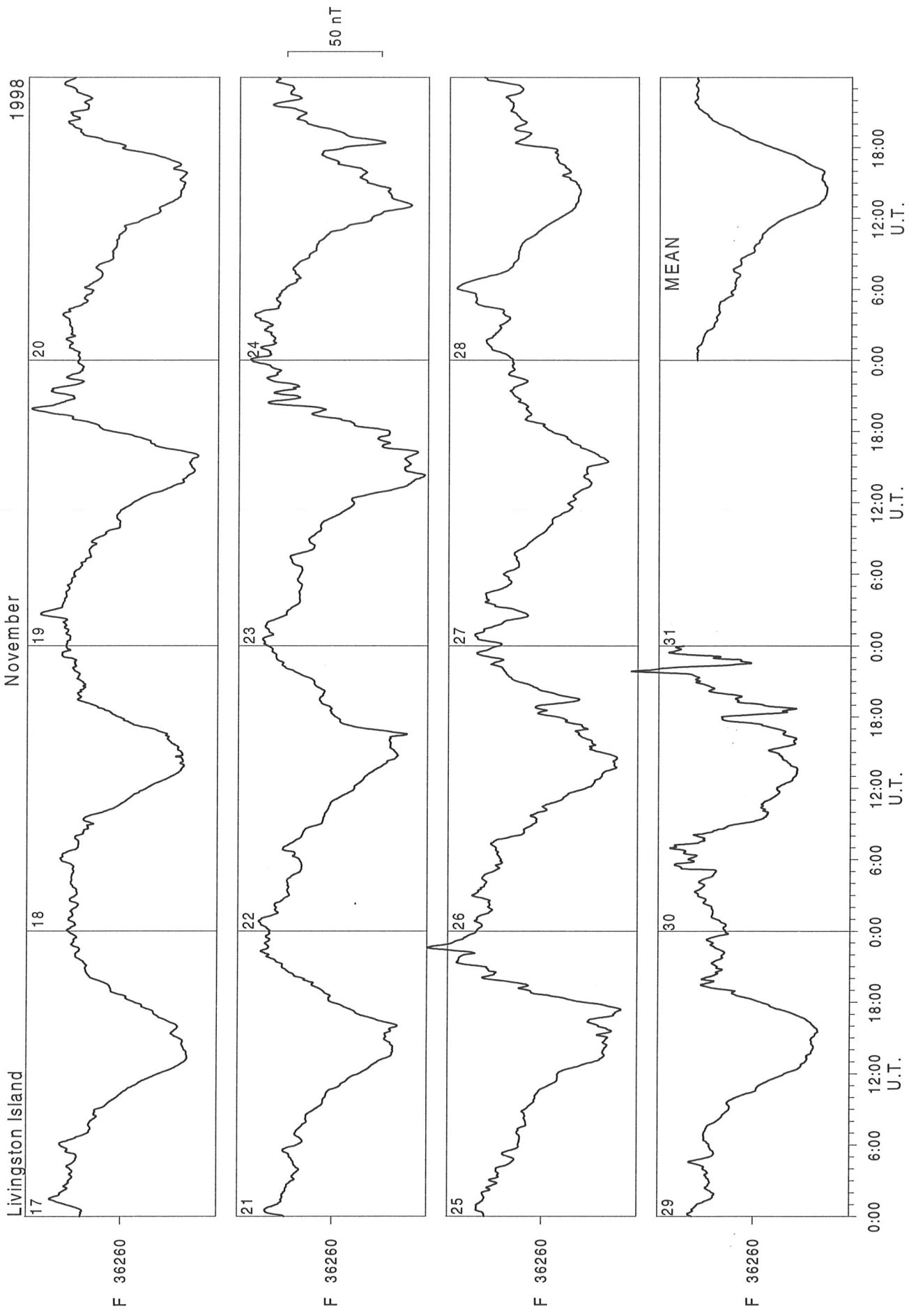


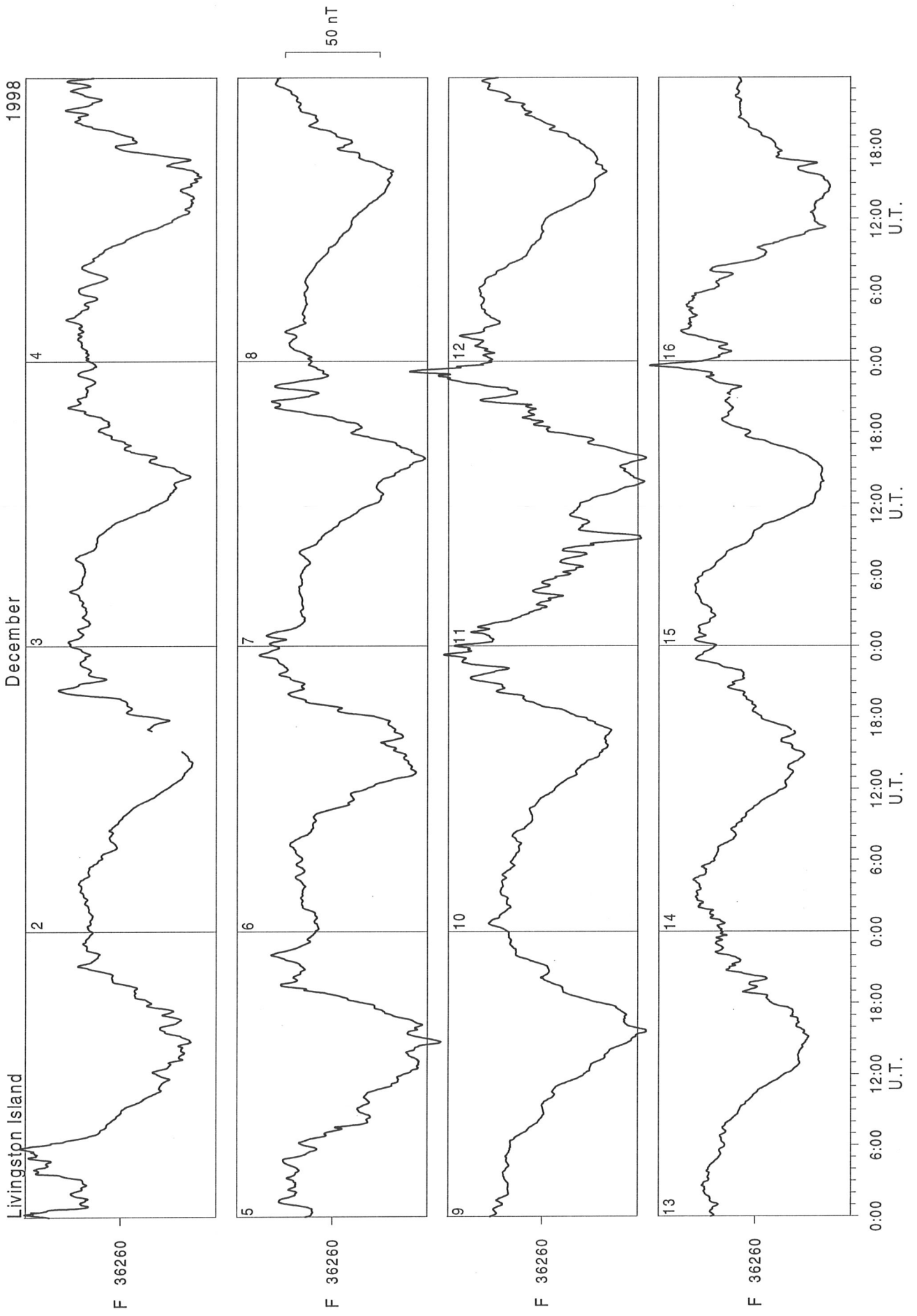


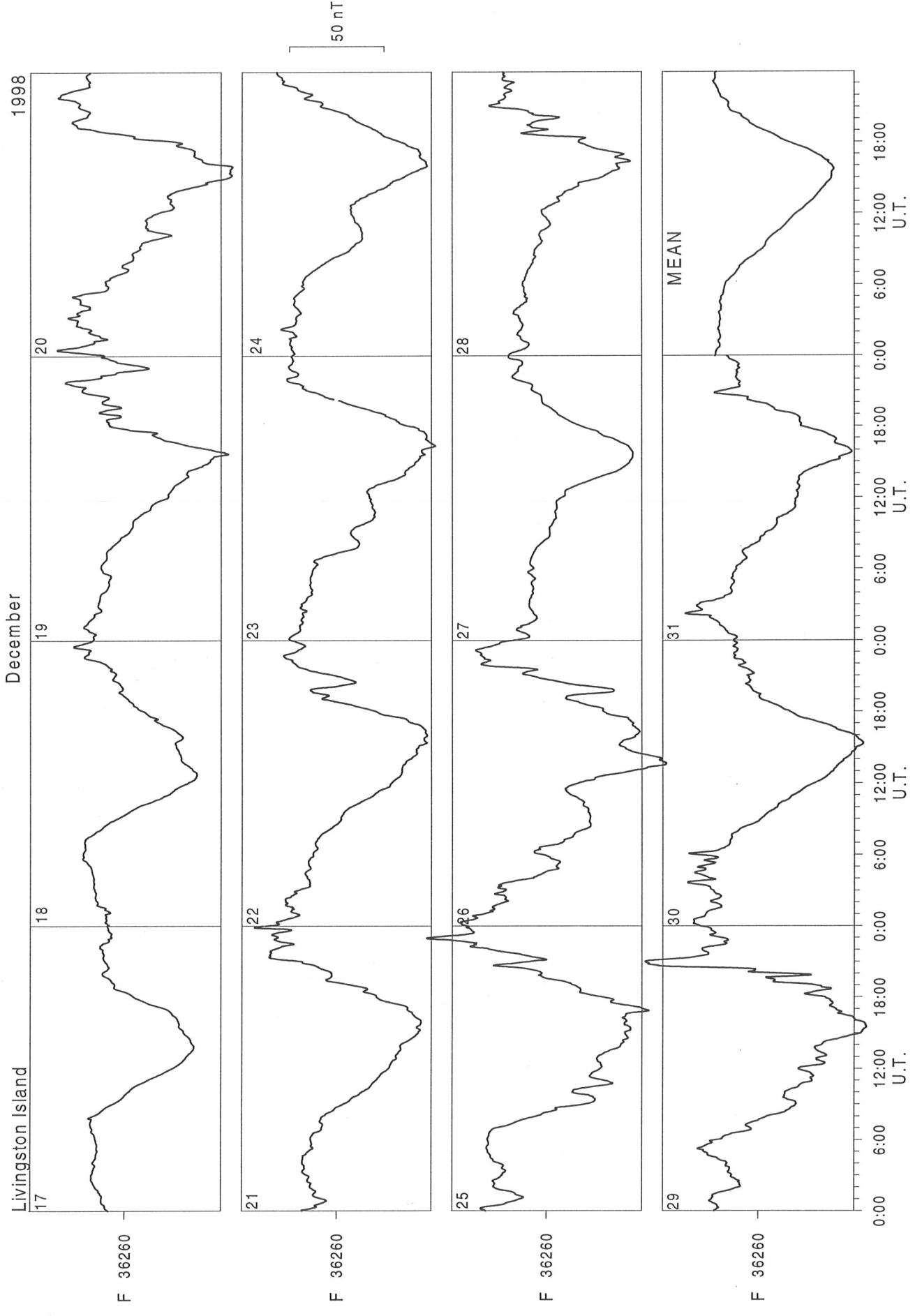


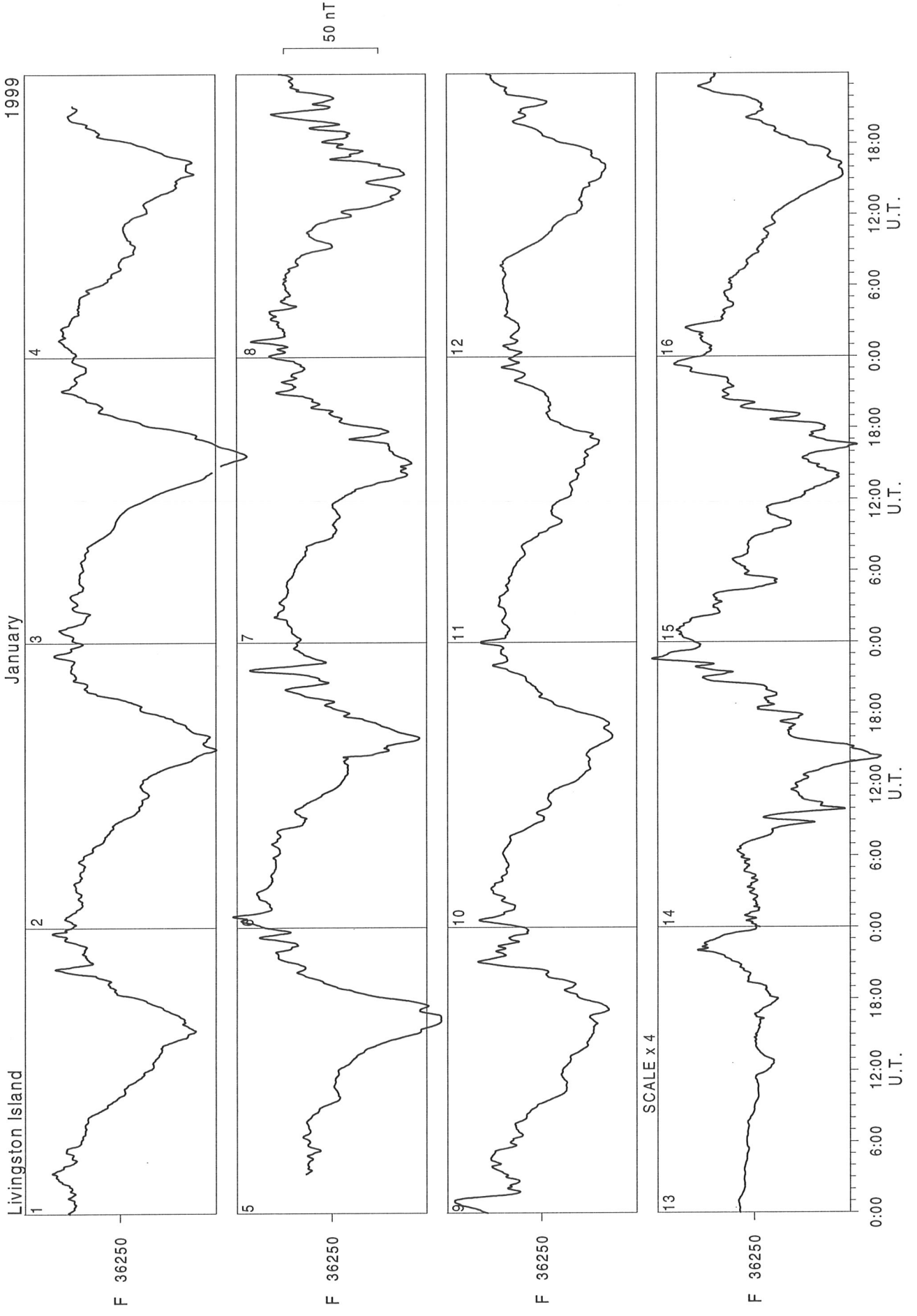


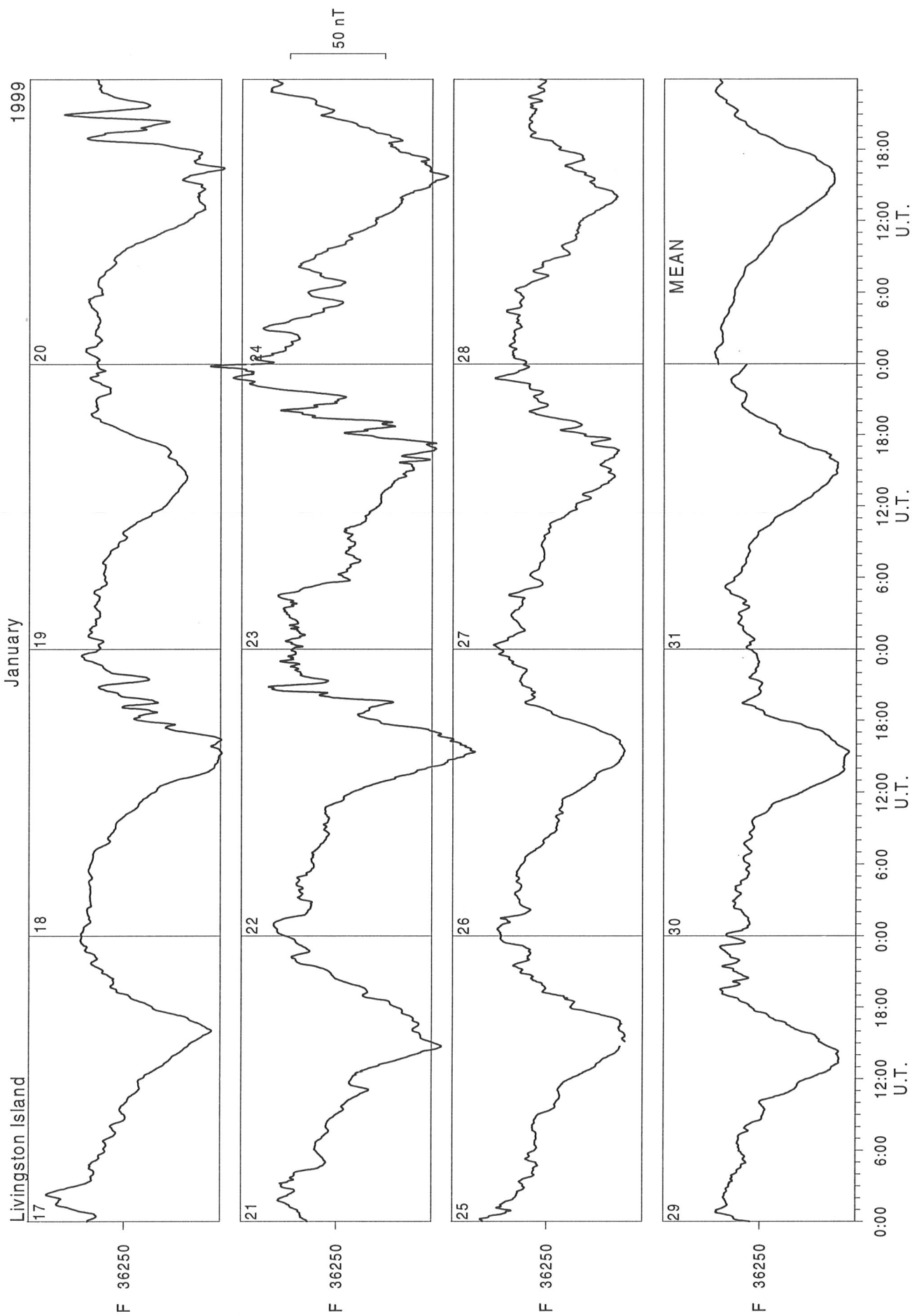


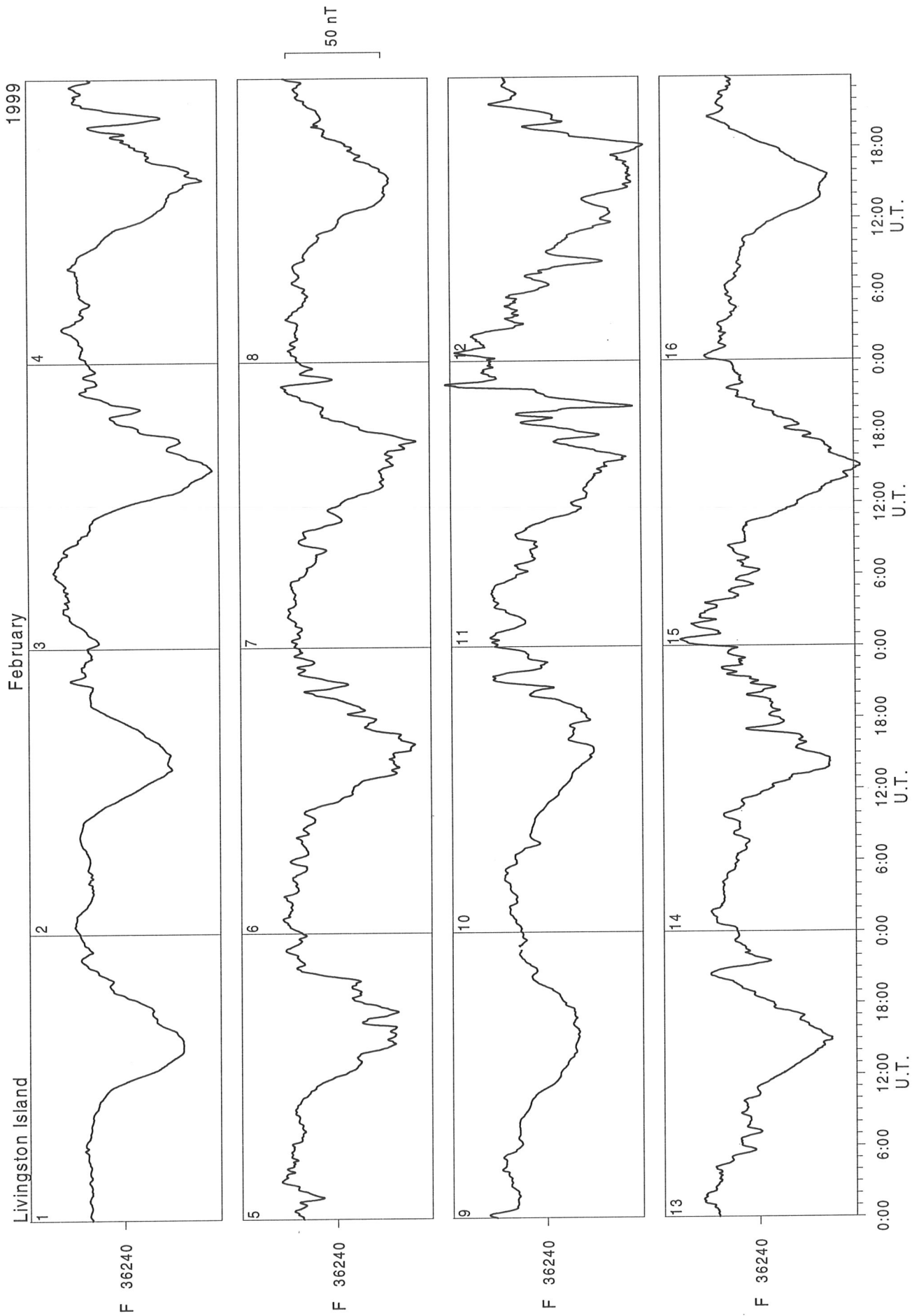


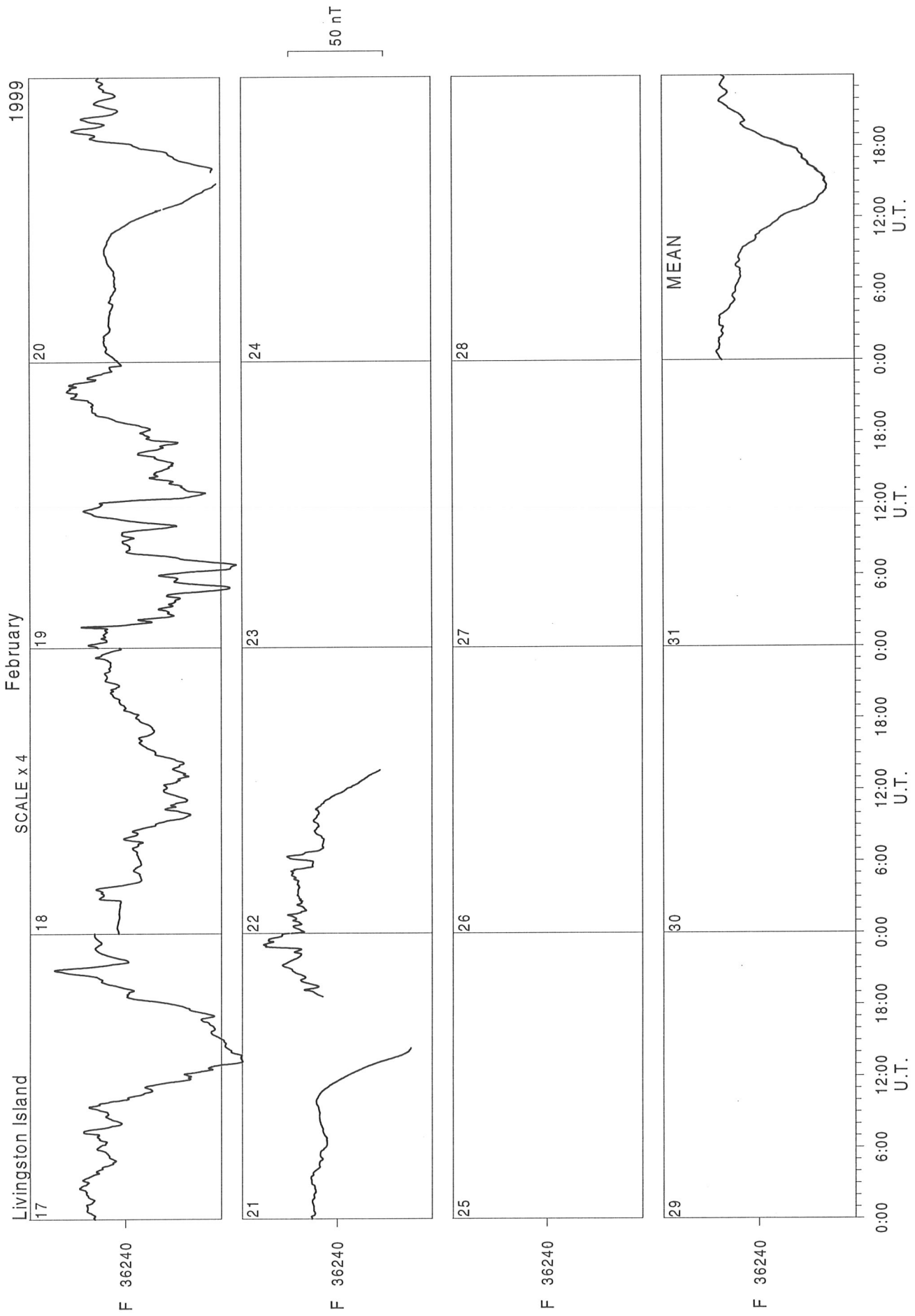












Copyright: Observatori de l'Ebre.
Edita: Observatori de l'Ebre. Roquetes (Tarragona).
Impresión: Coop. Gráfica Dertosenense. Tortosa.
ISSN: 0211-4534.
Dep. Leg.: T-1.501-1999