



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Attività solare e Monitoraggio VLF

IK0DWN/K0DWN – ik0dwn@hotmail.com

8/2/2026



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Obbiettivi:

- Comprendere i meccanismi legati alla attività solare
- Comprendere il legame tra attività solare e propagazione
- Stabilire un metodo per effettuare il monitoraggio con strumenti semplici e alla portata di tutti (o quasi)



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



LA IONOSFERA



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Ionosfera

Raggi solari X e UV colpiscono gli strati alti dell'atmosfera

Gli atomi perdono elettroni e si ionizzano

Gli elettroni liberi colpiti da un segnale radio oscillano alla stessa frequenza e re-irradiano l'energia ricevuta, causando la rifrazione del segnale



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Ionosfera

Alta attività solare aumenta la densità ionosferica

Propagazione HF migliora, ma possono verificarsi blackout

Fenomeni particolarmente intensi possono bloccare le comunicazioni nelle regioni polari (PCA). Le particelle cariche possono danneggiare i satelliti e causare tempeste geomagnetiche



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Ionosfera

Bassa attività solare riduce la densità ionosferica

Collegamenti a lunga distanza penalizzati

Frequenze alte penalizzate, frequenze più basse favorite



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Ionosfera

La ionosfera va da circa 50 a 2000 km sopra la terra

I 500 km più bassi sono di nostro interesse

Divisa in strati con densità elettronica diversa

Densità elettronica importante per la probabilità di rifrazione



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Ionosfera

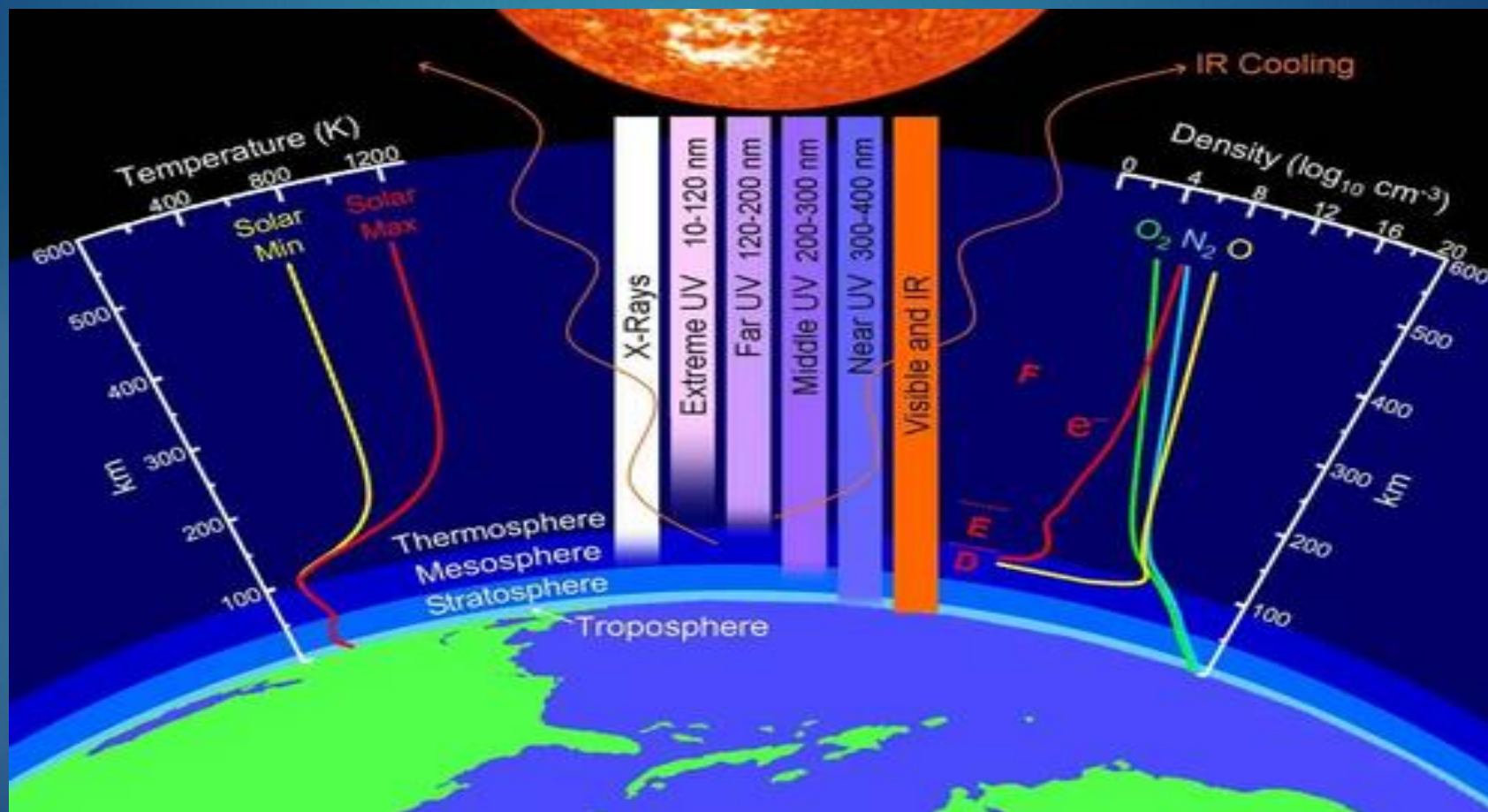
Strati D, E, F1, F2 in ordine crescente di altezza

Di giorno ionosfera più densa e ionizzata

Di notte in assenza di attività solare gli ioni si ricombinano, lo strato D scompare, gli strati F1 e F2 si aggregano



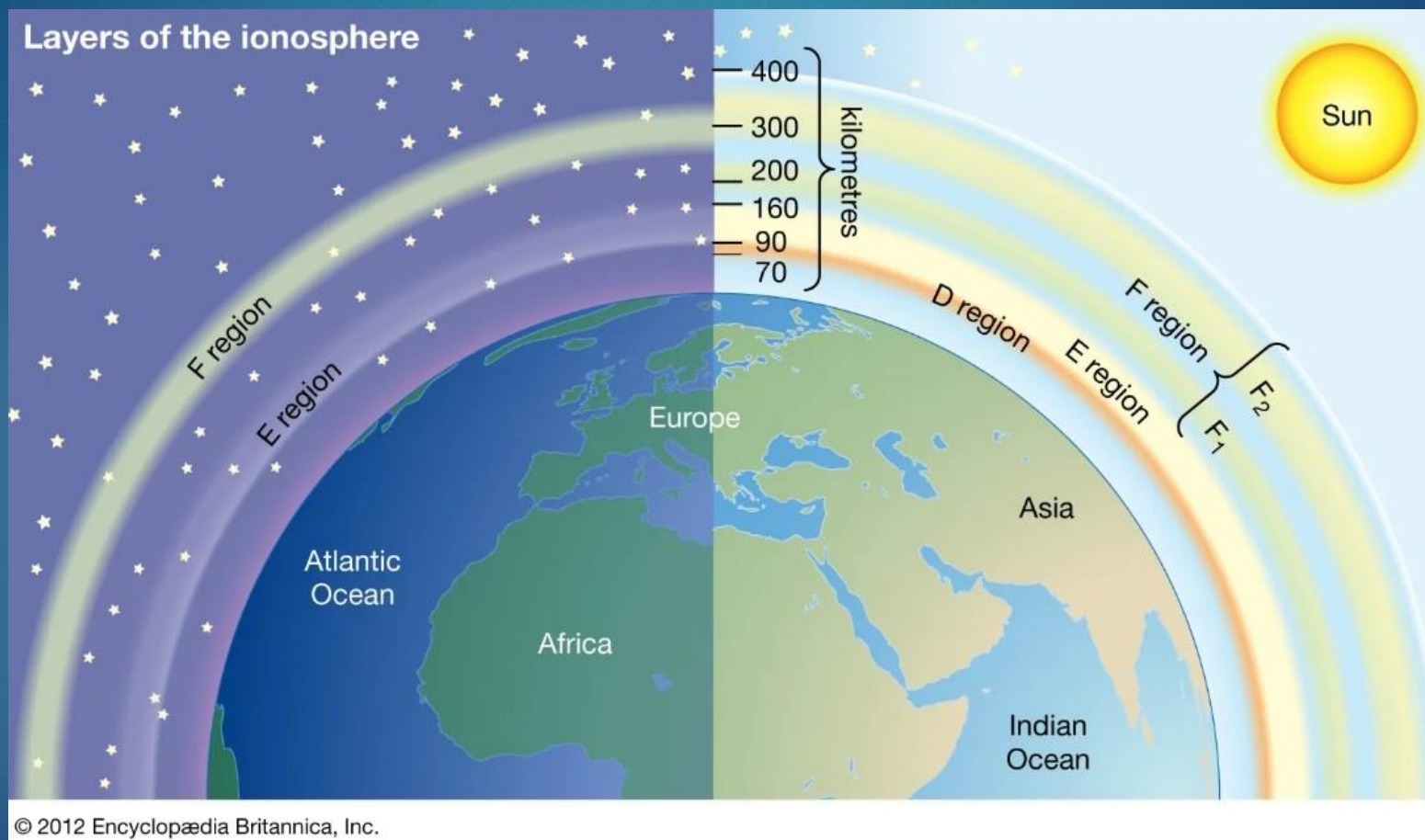
Sezione ARI Colli Albani Gruppo Radioamatori Colli Albani



Fonte:
Wikipedia



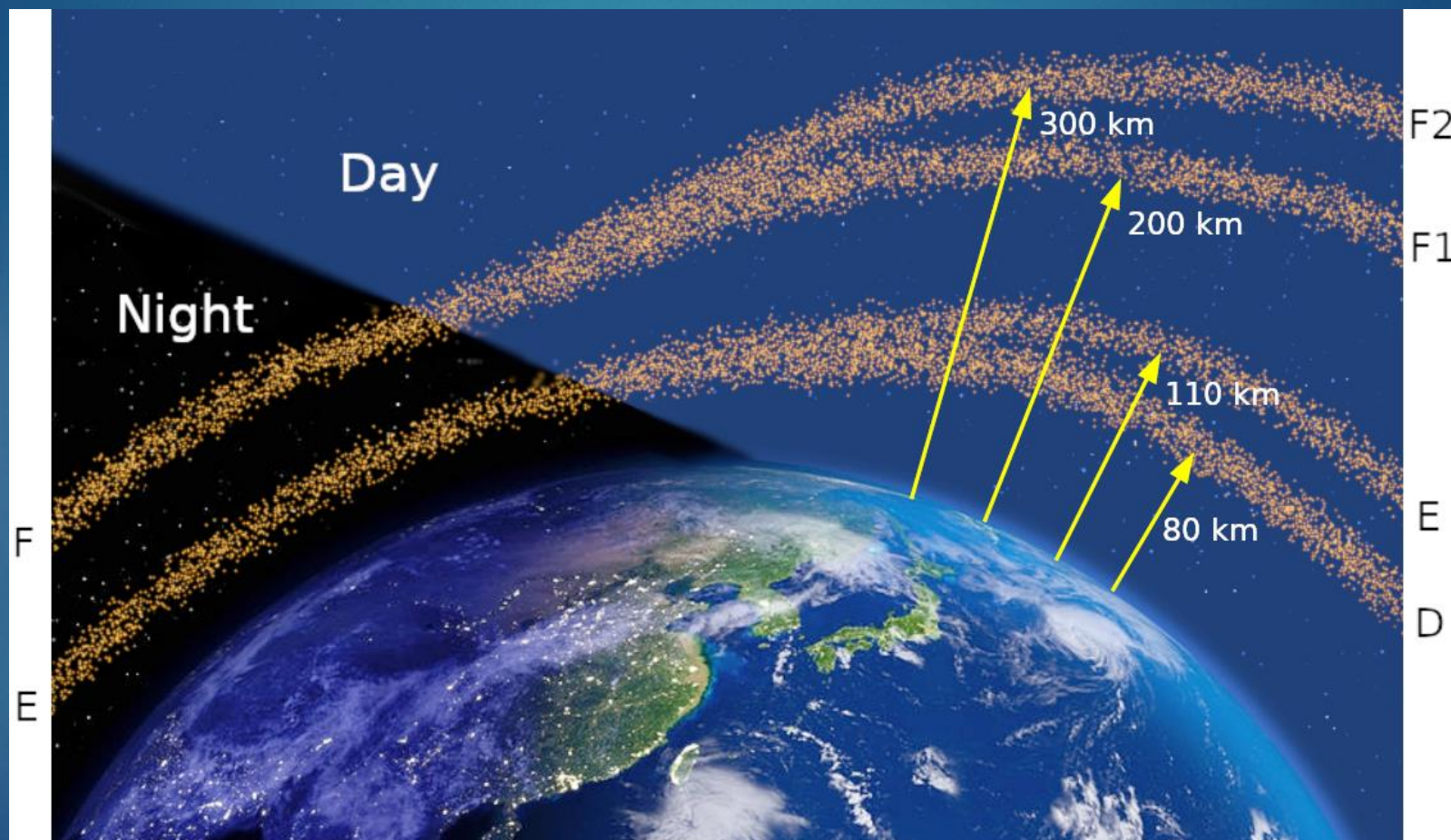
Sezione ARI Colli Albani Gruppo Radioamatori Colli Albani



Fonte:
E. Britannica



Sezione ARI Colli Albani Gruppo Radioamatori Colli Albani



Fonte:
Wikipedia



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



IL SOLE



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Nascita di una stella

Gas e polveri (nebulose)

Perturbazioni esterne

Collasso gravitazionale

Deuterio => Elio

Protostella



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Eventi solari

Ciclo solare undecennale con eventi di vario tipo:

- Brillamenti
- CME
- Macchie solari

Che possono risultare in:

- Aurore
- Tempeste geomagnetiche
- SID (Sudden Ionospheric Disturbances)



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



IL MONITORAGGIO



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Monitoraggio

Lo strato D è quello di nostro interesse:

- non riflette onde medie e corte
- Una sua ionizzazione intensa migliora le comunicazioni VLF, quindi monitorando queste bassissime frequenze possiamo scoprire se sono avvenuti eventi solari rilevanti e fare previsioni di propagazione per le altre bande



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Monitoraggio VLF

Diverse stazioni ricevibili a partire da circa 10 kHz:

- trasmissioni militari (fsk e simili)
- tempo e frequenza campione (60 e 77.5 kHz)
- ricerca scientifica (come per il nostro progetto)



Sezione ARI Colli Albani Gruppo Radioamatori Colli Albani





Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Monitoraggio VLF

Per ricevere le VLF abbiamo due possibilità:

- usare la scheda audio del PC direttamente come ricevitore
- Realizzare un convertitore per ricevere i segnali con un ricevitore HF

Entrambe le soluzioni sono facilmente realizzabili



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Monitoraggio VLF – scheda audio

Necessario circuito di filtraggio (passa basso e, se necessario, notch per i 50 Hz) e di preamplificazione

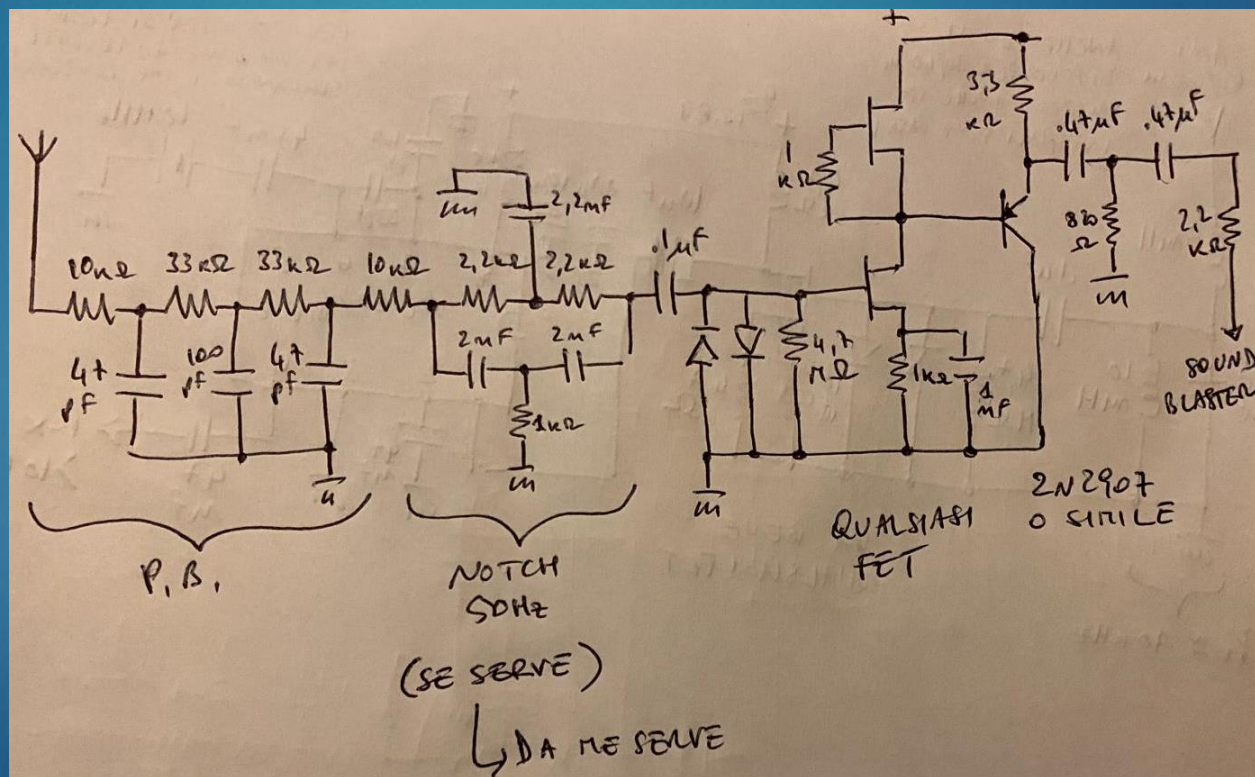
Il circuito riceve il segnale dall'antenna e lo invia all'ingresso della scheda audio



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Monitoraggio VLF – scheda audio

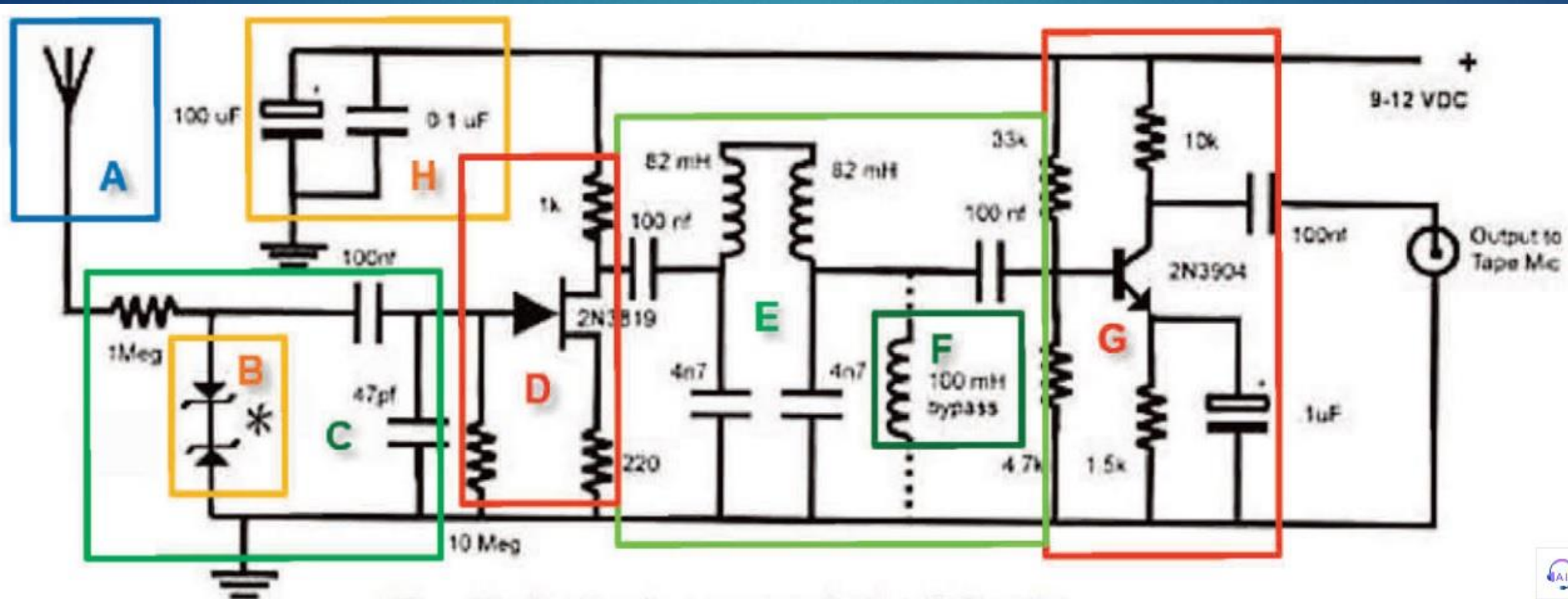




Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Monitoraggio VLF – scheda audio



Fonte:
Stephen P.
McGreevy





Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Monitoraggio VLF – convertitore

Preamplifica e converte il segnale ricevuto e lo invia all'ingresso del ricevitore HF

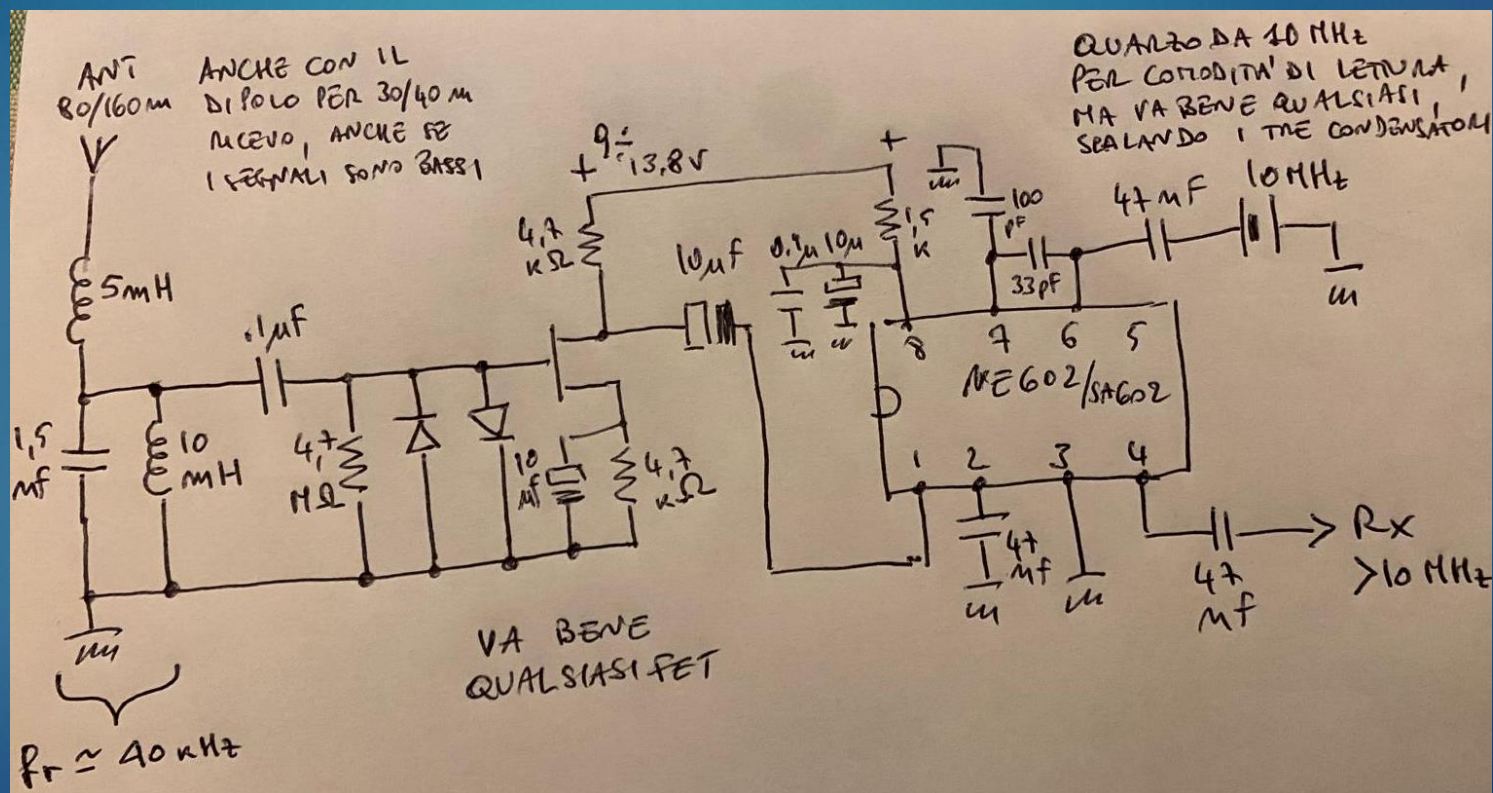
Nel mio caso, per comodità di lettura, scelta conversione sui 10 MHz



Sezione ARI Colli Albani Gruppo Radioamatori Colli Albani



Monitoraggio VLF – convertitore





Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Monitoraggio VLF – antenna

Antenna filare utilizzabile con alcuni accorgimenti (nel mio caso usato L-invertita per 80 e 160m)

Più comunemente usata antenna loop



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Monitoraggio VLF – antenna loop

Ad esempio loop quadrato, lato 80 cm, 80 spire

La capacità interspira farà risuonare l'antenna vicino alla frequenza di interesse, con un eventuale condensatore in parallelo

Online si trovano molti progetti dettagliati



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Automazione

Spectrum Lab – programma gratuito molto potente

Software per chiavette RTL-SDR

Sistema completo con pubblicazione online (v. RR 9/2025)



Sezione ARI Colli Albani Gruppo Radioamatori Colli Albani



Teoria

Marco Olivieri • IK0DWN
E-mail: ik0dwn@hotmail.com



L'osservazione indiretta dell'attività solare tramite monitoraggio delle Very Low Frequency

MOLTI anni fa sono ero in costante contatto con il caro amico e collega di lavoro PA3BOH/G4OEV. Trevor proveniva dal Regno Unito ed era uno degli scienziati del dipartimento scientifico di osservazione solare dello stabilimento dell'ESA (Agenzia Spaziale Europea) in Olanda. Devo confessare che al tempo, pur essendo appassionato di onde corte e nonostante le occasionali segnalazioni del mio amico, non ero molto interessato ai fenomeni legati alla stella che ci illumina e ci riscalda e all'influenza che questi avevano sulle condizioni di propagazione radio.

Recentemente, grazie alle interessanti chiacchierate con due colleghi radioamatori delle mie parti, molto competenti in fisica e astronomia, ovvero Giovanni IK0ELN e Luca IK0HYK, ho deciso di cercare di comprendere qualcosa di più sui meccanismi che regolano la vita del sole e sulla loro influenza sui fenomeni legati alla propagazione. In rete è disponibile molta letteratura sull'argomento, e in questo articolo fornirò solo qualche informazione di base, essenziale per porre in contesto il progetto realizzato.

Il "vento solare" è composto da particelle cariche (elettroni e protoni) proiettate dalla nostra stella a elevata velocità (circa 400 km/s in una giornata "tranquilla"). Le variazioni di velocità e consistenza di questo vento causano

cambiamenti nei nostri strati ionosferici e, di conseguenza, delle condizioni di propagazione delle onde radio. I principali responsabili del cambiamento delle condizioni del vento solare sono le espulsioni di massa coronale (CME, *Coronal Mass Ejection*) e le eruzioni (solar flares). Le prime possono causare un rapido aumento della velocità del vento solare verso la Terra, con una tremenda onda d'urto verso gli strati superiori della nostra ionosfera. Le eruzioni, o brillamenti, emettono grandi quantità di radiazioni intorno alle frequenze dei raggi X e la loro intensità è classificata in modo crescente. Le classi di nostro interesse sono C, M, e X. Soprattutto le ultime due hanno effetti tangibili nei cambiamenti delle condizioni di propagazione. Questi effetti sono generalmente indicati con l'acronimo SID (*Sudden Ionospheric Disturbances*).

Gli eventi SID sono facilmente osservabili monitorando lo stato D della ionosfera, quello più vicino alla Terra: in presenza dei fenomeni descritti, l'assorbimento di questo strato può aumentare considerevolmente, causando al contempo un peggioramento delle condizioni di propagazione sulle onde corte (difficilmente osservabile in maniera deterministica con mezzi amatoriali se di lieve entità) e un miglioramento del livello dei segnali su frequenze più basse, in particolare sulle VLF (poche decine di kHz). Quest'ultimo compartimento è facilmente osservabile con mezzi amatoriali.

Le VLF sono utilizzate da molte stazioni che trasmettono in maniera continuativa. Una ricerca sul web per "VLF stations" rivela in diverse liste di queste trasmissioni. L'idea del nostro progetto è di monitorare una di queste stazioni per osservare indirettamente i fenomeni SID: infatti al verificarsi di questi, come accennato in precedenza, corrisponderà un incremento nel livello del segnale ricevuto.

Per questo tipo di osservazioni molti progetti sono reperibili online. Essi si basano soprattutto sull'utilizzo di schede audio su PC, con opportuni circuiti e antenne per rendere le variazioni identificabili tramite uno spettrogramma. Nel mio caso ho pensato a un progetto di natura diversa e forse più valido da un punto di vista didattico. La parte circuitale è composta da un semplice preamplificatore, adattatore d'impedenza e passabasso con un singolo FET per usare la mia antenna filare per gli 80 e i 160 metri (ma utilizzabile con qualsiasi antenna esterna), un ricevitore hardware con chiavetta (cinese) RTLSDR, un ricevitore software realizzato con blocchi GNUradio e un cruscotto con un integratore IoT online (ThingSpeak).

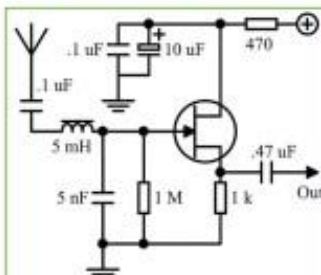


Fig. 1 - Il circuito preamplificatore, passa-basso, adattatore d'impedenza



Sezione ARI Colli Albani Gruppo Radioamatori Colli Albani



Esempio – Febbraio 2026

Overview of flares

	est. class	start	peak	end	#	lat	lon	dist. R ₀	AR	est. flux	GOES flux	GOES peak time	COMESSEP	# det.	dimming
February, 2026															
4	B2	13:27	13:27	13:30	33466	-17	3	0.20	AR 4362	2.4	N/A	N/A	0	2	
4	B2	13:00	13:03	13:06	33465	-22	-53	0.81	AR 4371	1.9	N/A	N/A	0	3	
4	X2	12:09	12:18	14:39	33463	16	-5	0.41	AR 4366	1,851.1	N/A	N/A	32782	51	-1,759
4	B1	12:12	12:12	12:12	33464	-22	-54	0.82	AR 4371	1.3	N/A	N/A	0	1	
4	M1	10:45	11:15	12:06	33460	14	-1	0.37	AR 4366	100.4	N/A	N/A	98317	28	
4	B1	10:48	10:48	10:51	33461	-18	-48	0.75	AR 4370	1.3	N/A	N/A	0	2	
4	C4	06:06	10:15	10:42	33457	16	-5	0.39	AR 4366	38.2	N/A	N/A	98309	92	
4	B1	10:09	10:09	10:09	33459	-17	1	0.19	AR 4362	1.5	N/A	N/A	0	1	
4	B2	10:03	10:03	10:06	33458	-23	-56	0.84	AR 4371	1.8	N/A	N/A	0	2	
4	B1	05:06	05:06	05:06	33455	-22	-59	0.87	AR 4371	1.3	N/A	N/A	0	1	
4	C8	03:54	03:57	05:33	33454	14	-5	0.36	AR 4366	76.2	N/A	N/A	98320	31	-977
4	M1	01:00	03:15	03:51	33453	14	-5	0.36	AR 4366	149.0	N/A	N/A	98334	58	-8
3	M1	19:48	23:21	00:57	33452	13	-7	0.37	AR 4366	114.7	N/A	N/A	98323	103	-95
3	C9	18:00	18:27	19:03	33451	15	-11	0.40	AR 4366	91.5	N/A	N/A	98315	22	
3	M7	12:30	14:15	17:57	33450	13	-12	0.41	AR 4366	659.9	N/A	N/A	98336	110	-1,034
3	B1	11:33	11:36	11:39	33449	-16	-13	0.28	AR 4362	1.0	N/A	N/A	0	3	
3	C5	11:24	11:33	12:27	33448	14	-14	0.41	AR 4366	53.2	N/A	N/A	98310	22	-158
3	M1	09:48	10:33	11:21	33447	15	-15	0.43	AR 4366	117.6	N/A	N/A	98319	32	-158

Fonte:
Sidc.be



Sezione ARI Colli Albani Gruppo Radioamatori Colli Albani



Esempio – Febbraio 2026

IKoDWN - SID Monitoring

Channel ID: 2970614

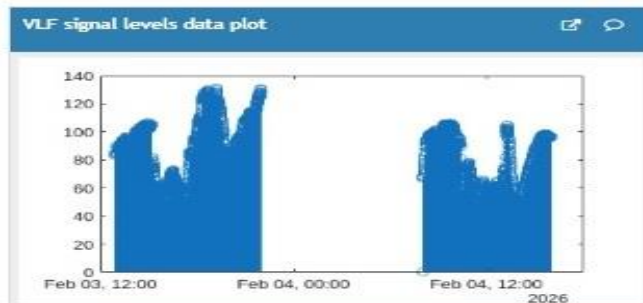
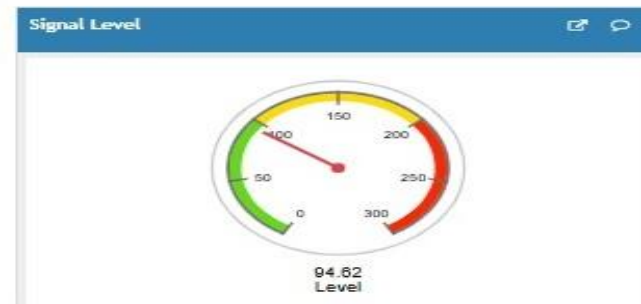
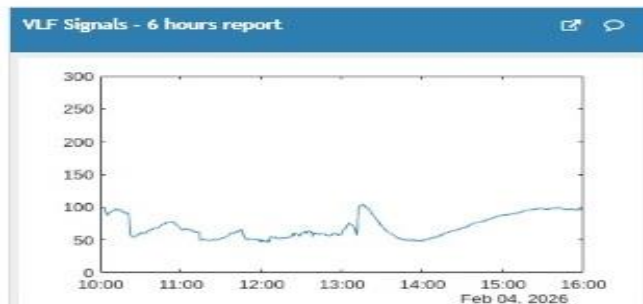
Author: mwa0000020697516

Access: Public

Sudden Ionospheric Disturbances monitoring via VLF signal levels probe

Export recent data

MATLAB Analysis





Sezione ARI Colli Albani Gruppo Radioamatori Colli Albani



Evento di classe X Nov. 2025



	Call sign	Worked	Date/Time	Band	Mode	Freq	QSL
Details	IK0DWN	VK5XDX	2025-11-13 09:30:00	6M	FT8	50.31500	AUSTRALIA
Details	IK0DWN	VK8DR	2025-11-13 09:16:00	6M	FT8	50.31600	AUSTRALIA

Fonte:
Spaceweatherlive.com



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



APPENDICI



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Appendice – Attività Solare

Classificazione – classe successiva x 10 la precedente:

A, B, C: sottoclassi da 1 a 9, debole

M: sottoclassi da 1 a 9, media, impatto su HF

X: forte, sottoclassi > 0 , possibili blackout e tempeste geomagnetiche



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Appendice – Attività Geomagnetica

Classificazione – “Kp” medie globali, sottoclassi 0-9:

0-4, da nulla a debole

5 (G1), tempesta minima – possibile aurora da qui in poi

6 (G2), tempesta moderata

7 (G3), tempesta forte – possibili problemi da qui in poi

8 (G4), tempesta molto forte

9 (G5), tempesta estremamente forte

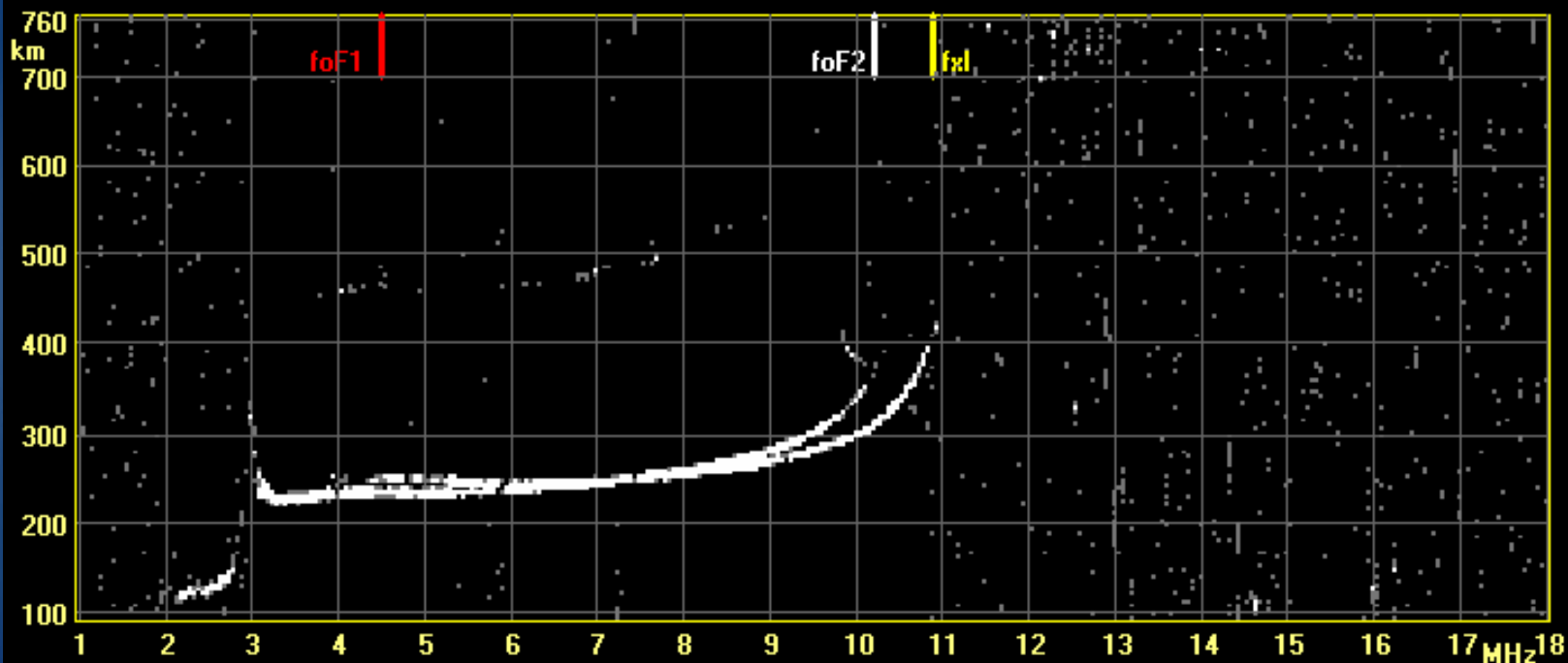


Sezione ARI Colli Albani Gruppo Radioamatori Colli Albani



Appendice - ionosonde

Rome [lat: +41.8, lon: 012.5] - DATE: 2026 01 18 - TIME (UT): 09:00



AUTOSCALA output	
foF2	10.2 MHz
MUF(3000)F2	36.1 MHz
M(3000)F2	3.54
fxl	10.9 MHz
foF1	4.5 MHz
ftEs	NO
h'Es	NO

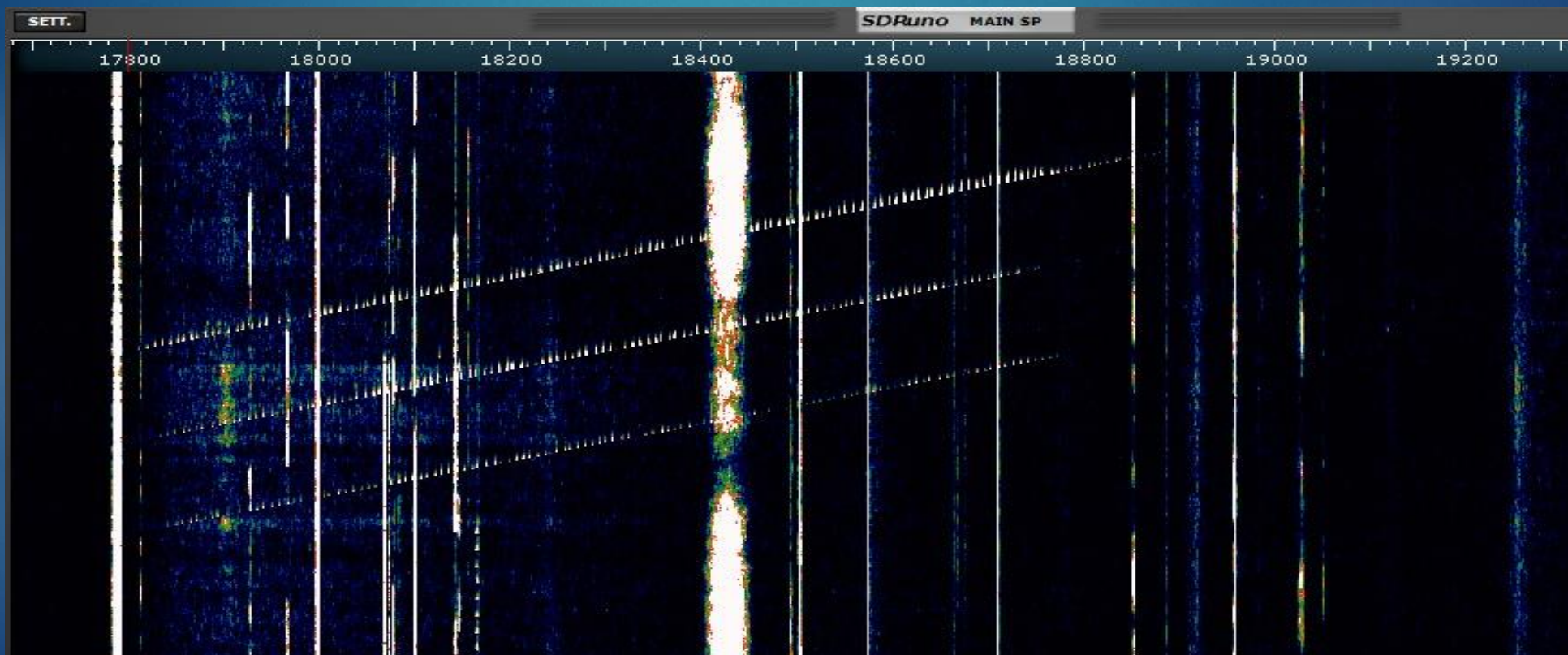
Fonte:
Ionos.ingv.it



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Appendice - ionosonde





Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Appendice – precursori sismici

Il monitoraggio VLF consente qualche studio di questi fenomeni (attualmente poche certezze)

Sollecitazioni Meccaniche (microfratture) -> effetto piezoel.

Quindi possibili segnali ULF, ELF, VLF, LF (0-300 kHz)

81 kHz particolarmente interessante:

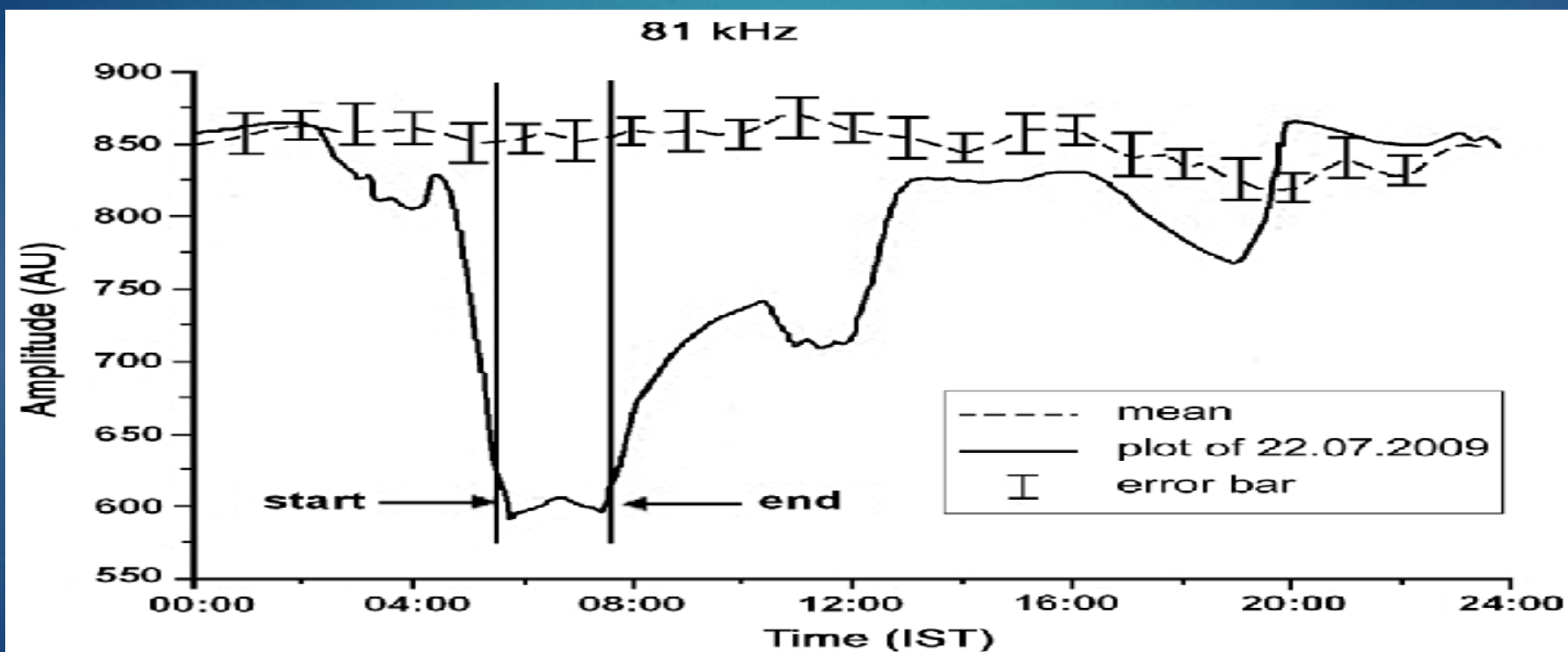
- Precursore terremoto 1980 (Giappone)
- Frequenza usata per monitoraggio durante eclissi



Sezione ARI Colli Albani
Gruppo Radioamatori Colli Albani



Appendice – eclissi



Fonte:
Researchgate.net

The image features a central graphic consisting of several concentric circles. The innermost circle is a dark blue color. Surrounding it are several rings of varying shades of red, from a deep, dark red to a lighter, more vibrant red. The outermost ring is a solid black color. Overlaid on this circular pattern is the text "That's all Folks!" written in a white, elegant cursive script. The text is positioned diagonally across the center of the graphic, starting from the lower-left and ending at the upper-right. The overall composition is balanced and visually striking due to the high contrast between the white text and the dark background elements.

That's all Folks!