

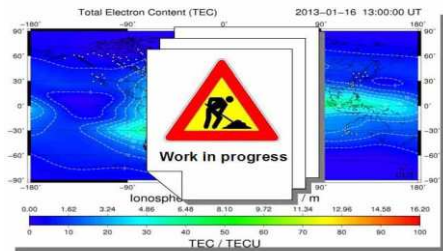
A full moon is centered in the upper half of the image, set against a dark blue night sky filled with numerous small, bright stars. The moon's light is reflected on the surface of the water in the lower half of the image, creating a shimmering path of light that leads from the moon down to the foreground. The overall scene is serene and atmospheric.

Limiti delle antenne a singola polarità nelle bande VHF ed UHF

Da studi di
Giorgio IK1UWL e Flavio IK3XTV
Convegno ARI EME 2017

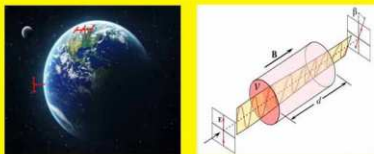
Cronistoria della nostra ricerca

Studi su Effetto Faraday di Flavio IK3XTV e Giorgio IK1UWL



Convegno EME Italiano 2013

Spatial offset e Faraday

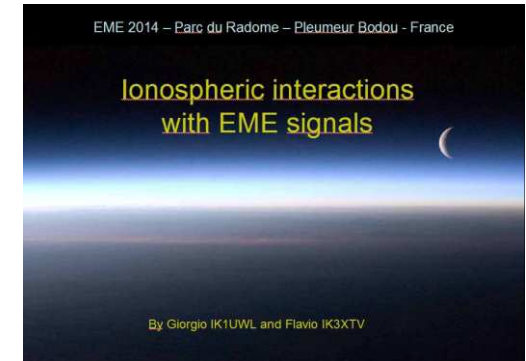


in V/UHF

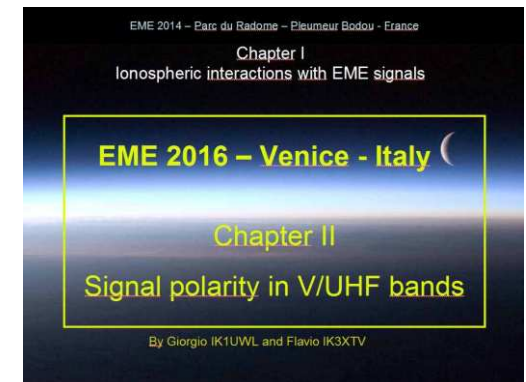
2 anni di lavoro di Giorgio IK1UWL e Flavio IK3XTV

Convegno EME Italiano 2015

2013 - primi studi su Faraday.
Dove trovare i dati.
Nasce il ns. foglio Excel in 2 m
2014 – Ampliato, al convegno mondiale in Francia.
Ionosfera, turbolenza, onde, cause del QSB.
2015 – Coefficiente k/f^2 in V/U.
Faraday e Spatial Offset nelle bande VHF ed UHF
2016 – Ampliato, a Treviso



2014



2017 – abbiamo finora considerato il singolo segnale.
Ora estendiamo i calcoli ai qso (2 segnali) per valutare le probabilità di collegamento bilaterale in V ed U.

Inizio dell'Eco EME

- E' un'onda riflessa dalla Luna, dopo aver attraversato la ionosfera subendo rotazioni (Faraday).
- Il suolo lunare è poroso e viene parzialmente penetrato dall'onda elettromagnetica
- La Luna ha una superficie non liscia e la riflessione avviene contemporaneamente da vari tipi di superfici non speculari.
- Anche le montagne ed i crateri riflettono.
- Risultato: riflessione con fasi diverse e leggera depolarizzazione (che cresce con la frequenza).

Studi radar della Luna

Tabella della NASA – Feb. 1973

1° EME

Wave-length, cm	$\sigma_s N$	Author of Experiment	Author of Processing	Year of Measurement
0.86	0.035	Linn	Evans and Hagfors [108]	1961
3.2	< 0.1	Kobrin	Kobrin [31]	1957
3.6	0.035	Morrow	Girand [116]	
3.6	0.055	Evans and Pettengill	Evans and Hagfors [108]	1963
10	< 0.1	Kobrin	Kobrin [31]	1954
10	0.038	Hughes	Girand [116]	1961
58	0.065	Pettengill	Evans and Hagfors [108]	1960
68	0.057	Pettengill	Rea et al. [157]	1960
73	0.07	Fricker et al.	Fricker et al. [111]	1960
75	0.1	Leadbrand	Pettengill [154]	1959
150	0.1	Trexler	Trexler [70]	1958
250	0.1	Evans	Evans [80]	1957
300	0.1	Evans	Evans et al. [59]	1959
1130	0.125	Davis and Rohlfs	Davis and Rohlfs [103]	1964
1920	0.15	Davis and Rohlfs	Krupenio [40]	1964

1960 on 1296 MHz

1964 on 144 MHz

1964 on 432 MHz

1970 on 2,3 GHz

1972 on 50 MHz

1987 on 3,4 GHz

1987 on 5,6 GHz

1988 on 10 GHz

2001 on 24 GHz

2005 on 47 GHz

2005 on 28 MHz

2009 on 70 MHz

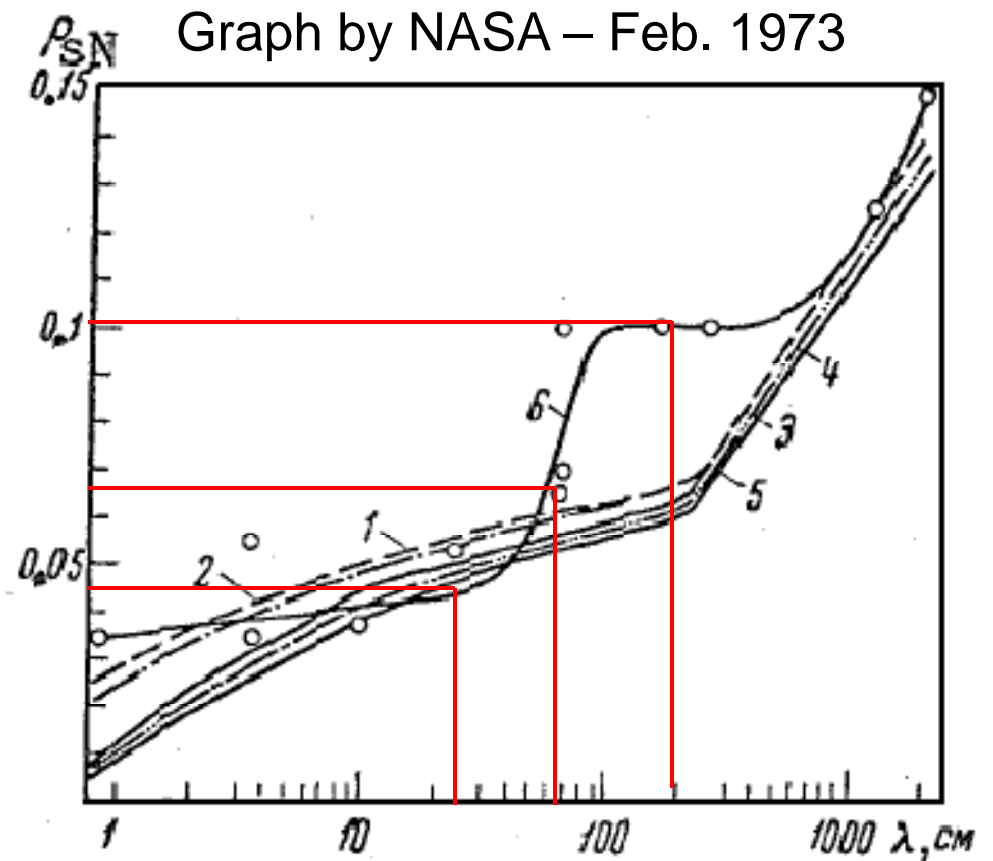
Coefficiente di riflessione

(della parte del segnale che illumina la Luna)

- E' la riflessività diffusa, o potere riflettente di una superficie
- E' il rapporto tra radiazione incidente e radiazione riflessa.

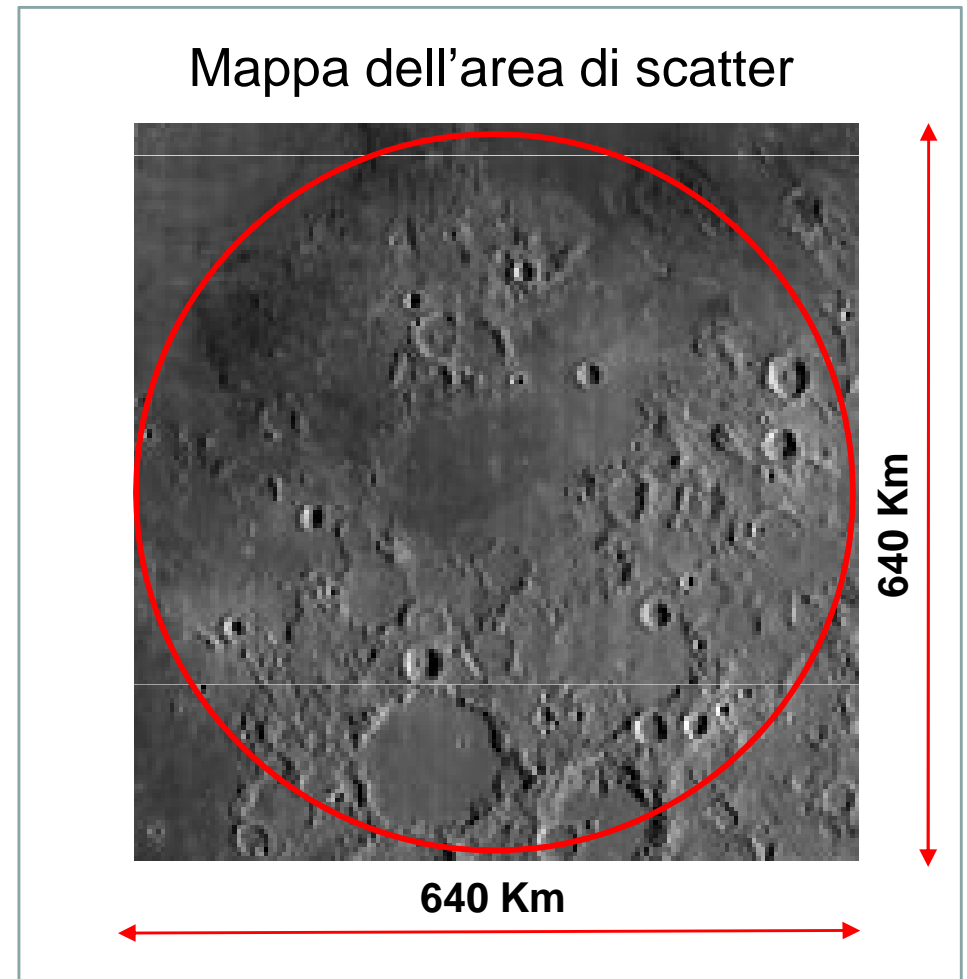
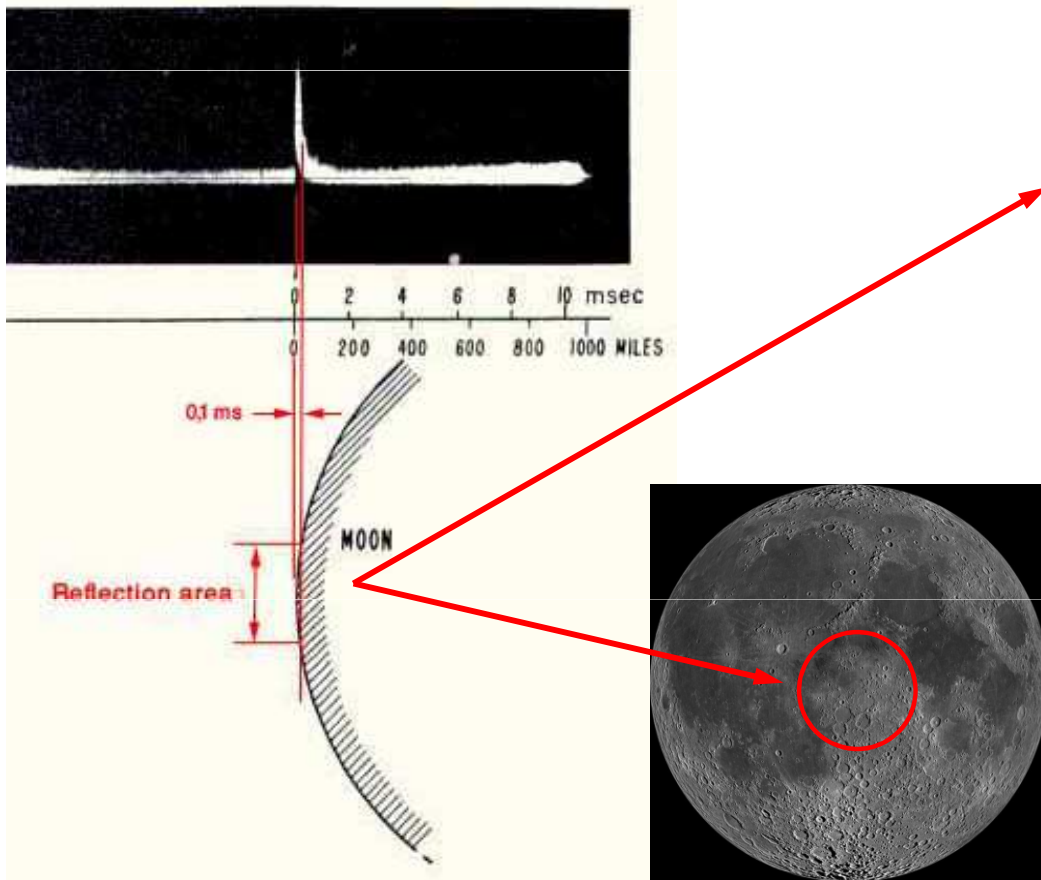
- Valori medi:

2 m	0,1
70 cm	0,065
23 cm	0,045



Area riflettente della superficie lunare

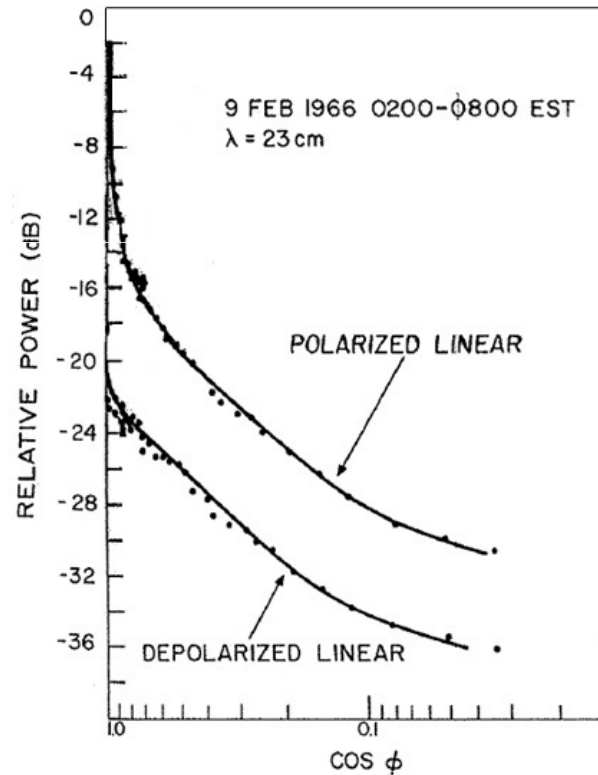
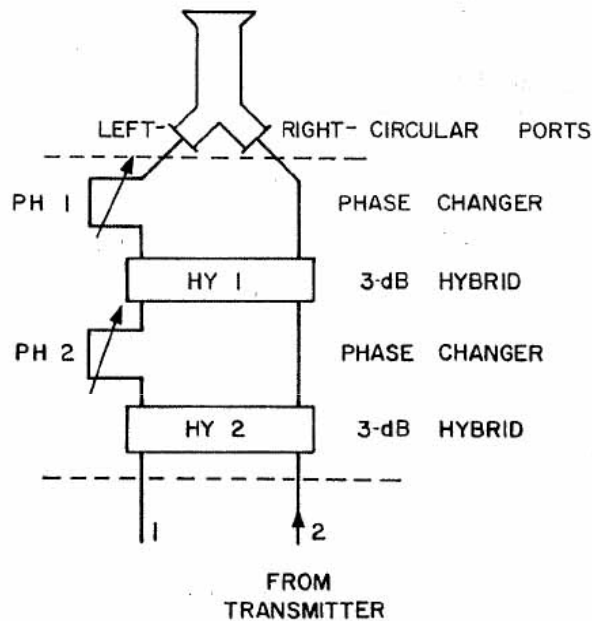
- Echi lunari osservati da Trexler (1958): la maggioranza del segnale riflesso proviene da superfici situate nel centro del disco visibile.



Trexler (1958), echi lunari in scala con la curvatura della superficie lunare

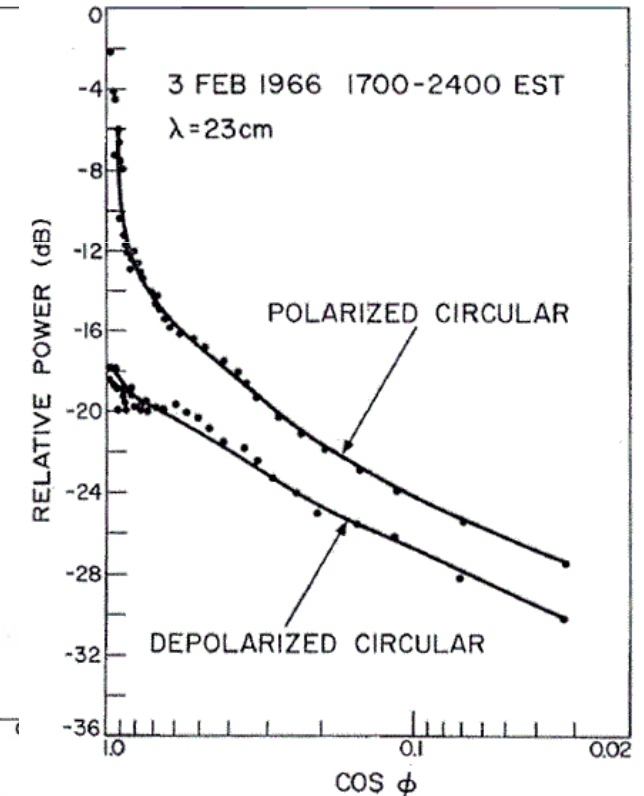
Depolarizzazione a 23 cm

- Radar di Millstone Hill, usando risoluzione Doppler a 23 cm.
- Sistema di controllo della polarizzazione:



LINEAR TRANSMITTED AND RECEIVED
Plot of polarized and depolarized components
against $\cos \phi$, for linearly polarized illumination

Depol. -20 dB = $84^{\circ},3$
Rotazione $5^{\circ},7$



CIRCULAR TRANSMITTED AND RECEIVED
plot of the polarized and depolarized circular components
for circular polarization transmitted.
Power in dB against $\cos \phi$ being angle of incidence

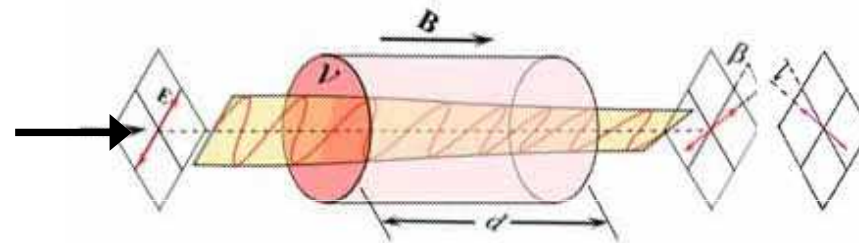
Depol. -18 dB = $82^{\circ},8$
Rotazione $7^{\circ},2$

Dalla Luna alla Terra

- L'onda riflessa dalla Luna riattraversa la ionosfera, venendo di nuovo ruotata dall'effetto Faraday.
- Ed è ricevuta da un'antenna con differente orientamento spaziale rispetto a quella trasmittente (Spatial Offset).
- L'eco è ricevuto con polarità somma di due parametri, **Faraday** and **Spatial Offset** (più la depolarizzazione in micro-onde).

Faraday

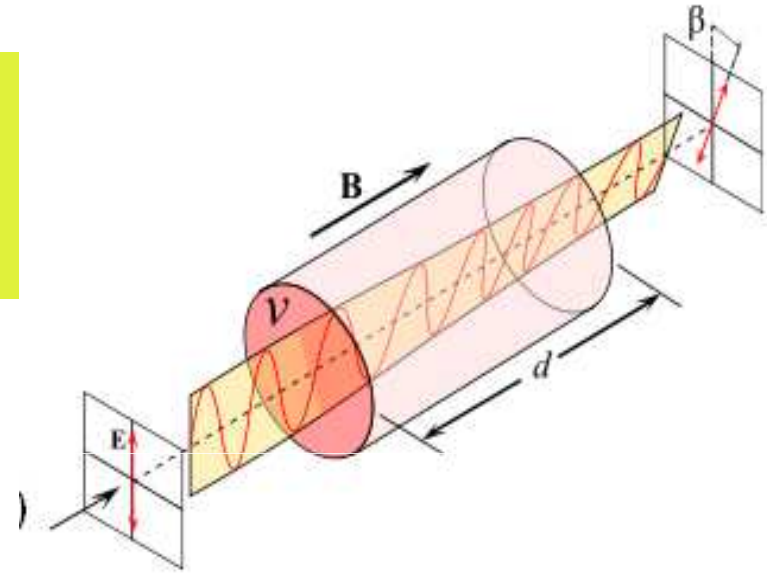
Vista da
Terra



Vista da
Luna

- Comp. Geomagnetica \longrightarrow
- Onda parte CW \longrightarrow Onda arriva CCW
- Eco arriva CW \longleftarrow Eco parte CCW
- Le rotazioni si sommano.
- Anche i propri echi sono soggetti a Faraday.

Rotazione di Faraday



$$\Phi = \frac{k}{f^2} * F * \cos \theta * k_s * VTEC$$

- $k = 2,36 * 10^{16}$

- $F =$

50 MHz	144 MHz	432 MHz	1296 MHz
--------	---------	---------	----------

- $k/f^2 =$

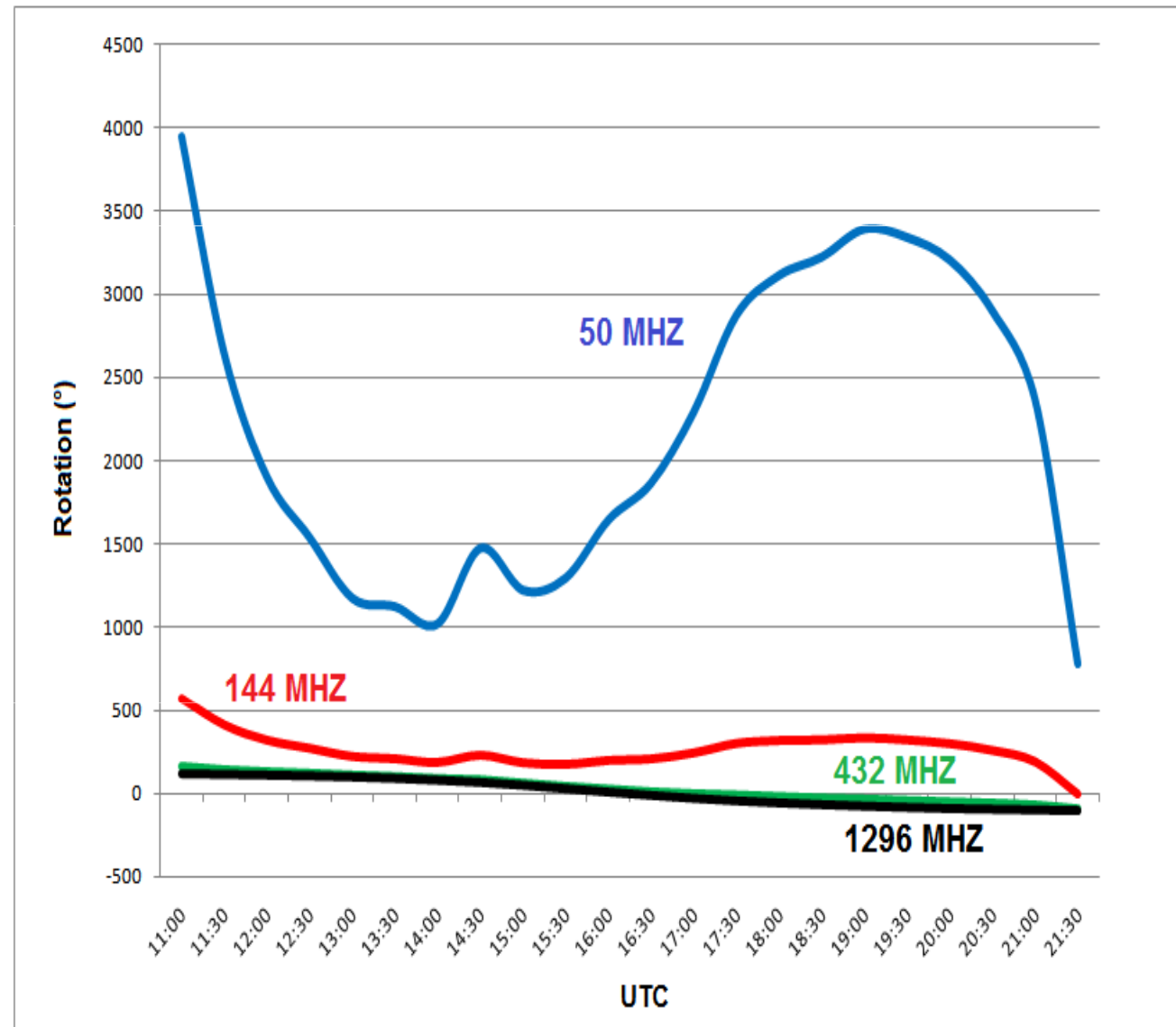
9,46	1,14	0,127	0,012
-------------	-------------	--------------	--------------

- Questo coefficiente determina rotazioni di migliaia di gradi a 50 MHz, centinaia a 144, decine a 432.
- La rotazione a 432 MHz è secondaria rispetto allo Spatial Offset, ed è trascurabile su 1296 MHz ed oltre.

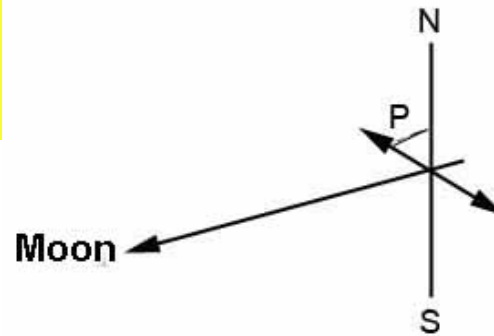
Polarità in 4 bande V/UHF

Cambiando il coefficiente k/f^2 otteniamo la polarità (Faraday + Spatial Offset) di ZS6OB ricevuto da IK1UWL in VHF e UHF.

Notare le forti variazioni in VHF

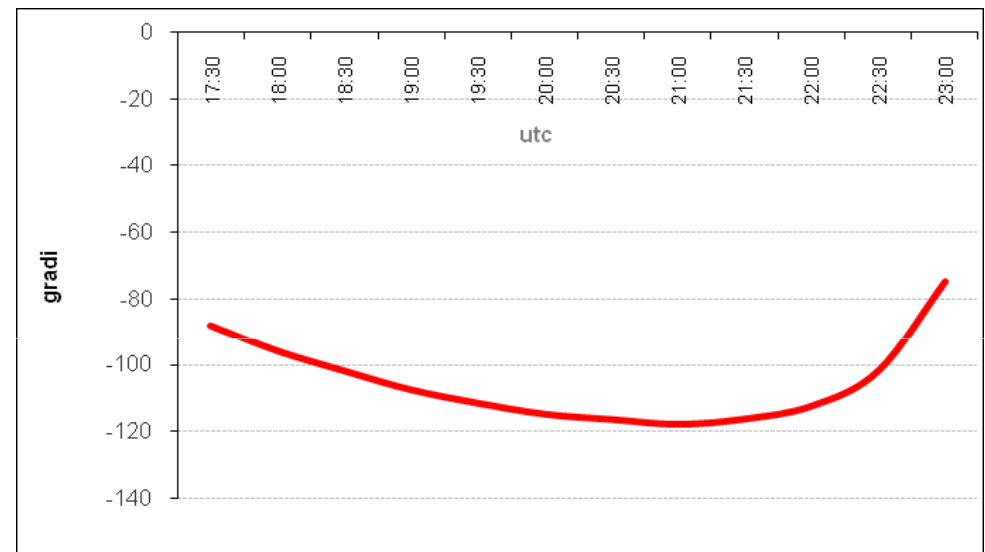
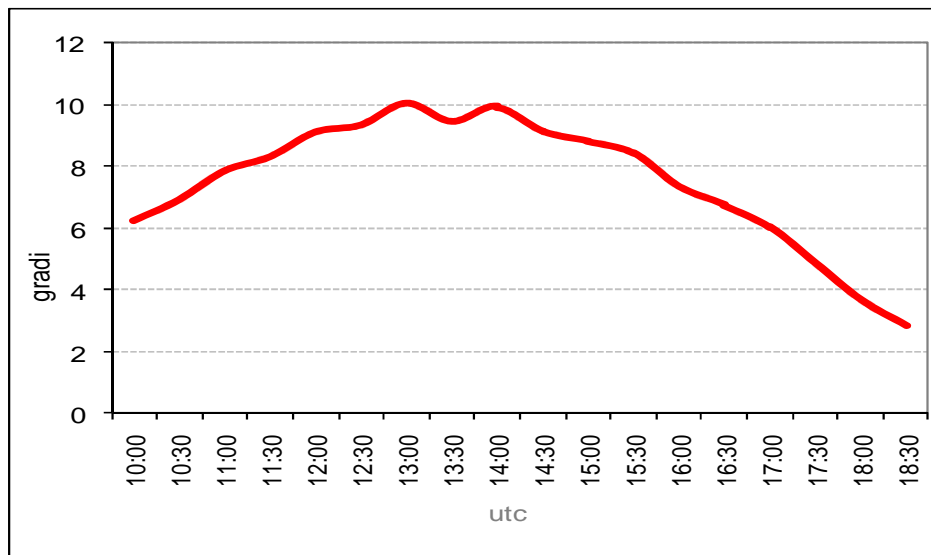


Spatial Offset



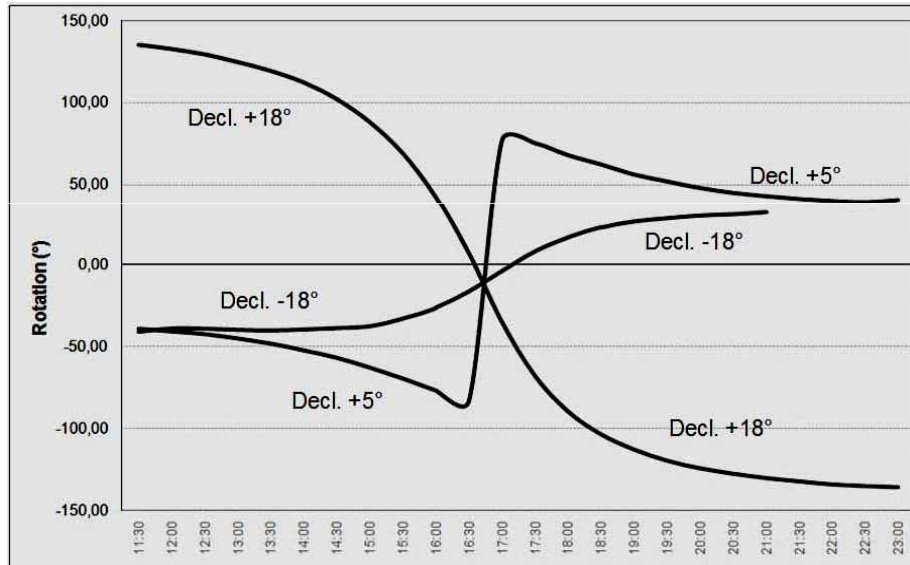
Angolo tra asse terrestre e piano dell'antenna

- **P=Polar offset**
- Da uno studio di N1BUG:
- **$P = \arctg((\sin \text{Lat} * \cos \text{EI} - \cos \text{Lat} * \cos \text{Az} * \sin \text{EI}) / \cos \text{Lat} * \sin \text{Az})$**
- Indipendente dalla frequenza, variabili: Lat, Az, EI
- **Spatial Offset è P1-P2, ed aumenta con la distanza**

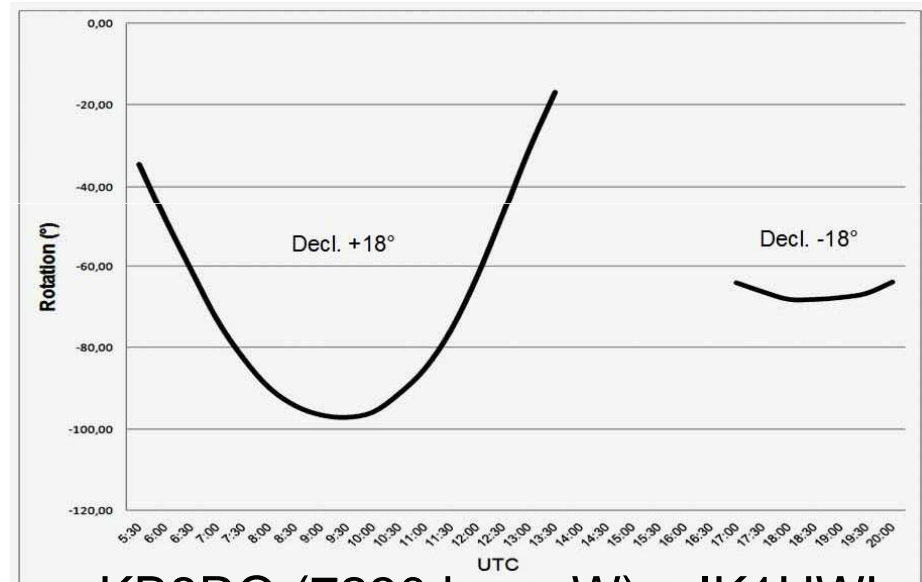


- **SP4MPB 1000 km est di PA3FPQ**
- **da 2°,8 a 10°**
- **TI2SW 9000 km ovest di IKUWL**
- **da 74°,8 a 117°,7**
- **Anche la declinazione varia lo Spatial Offset**

Spatial Offset vs. declinazione



9G5EME (lat 5°, 1 N) – IK1UWL

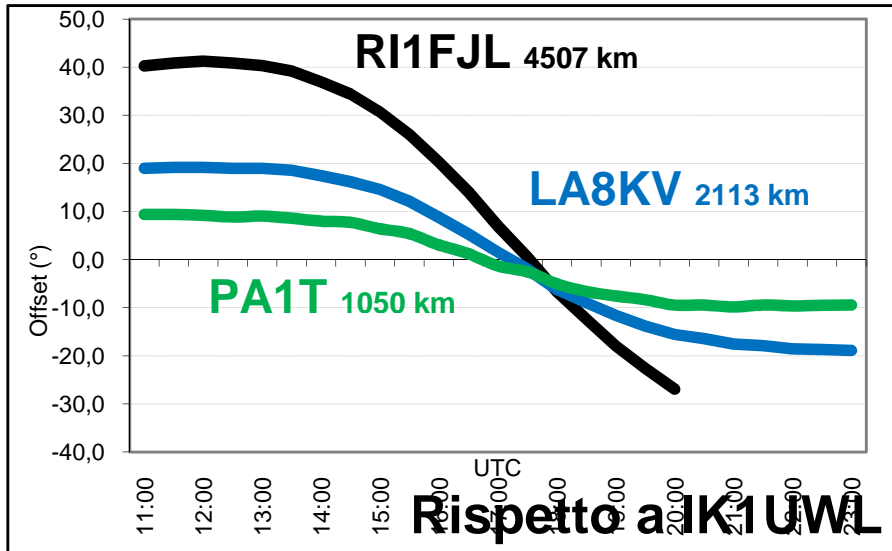


KB8RQ (7230 km a W) – IK1UWL

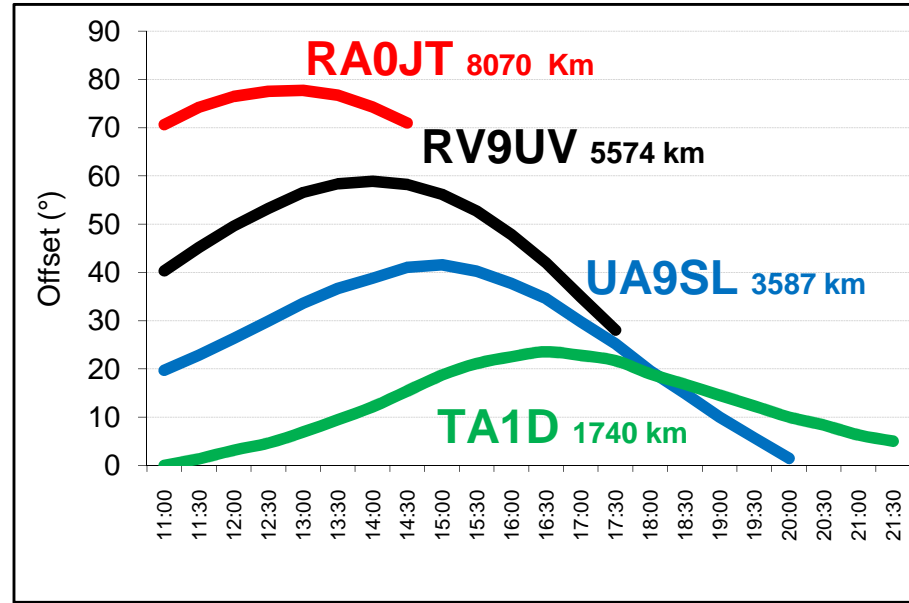
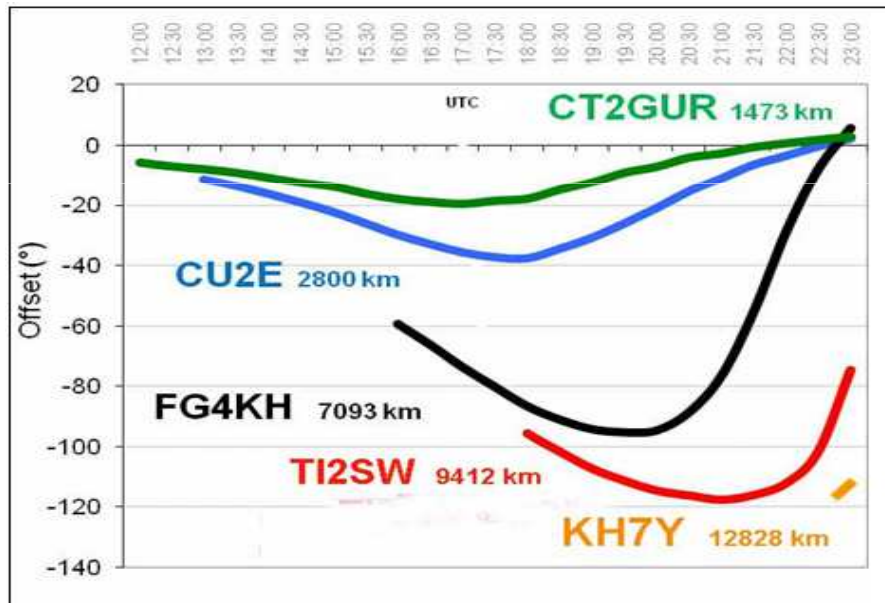
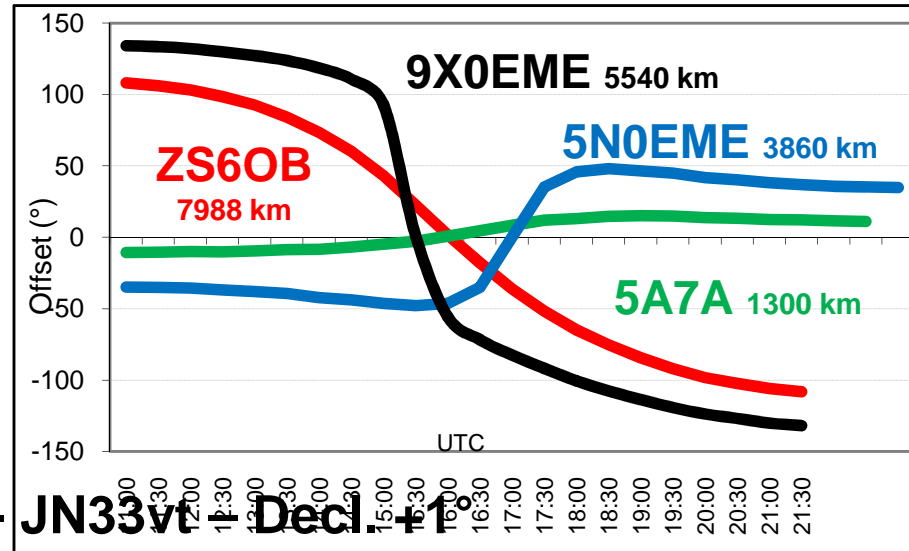
- Ai tropici, la luna passa a N; su entrambi i lati; a S
- Con stazione a W la finestra si riduce a declinazione minima

Spatial Offset vs. distanza e direzione

Stazioni a Nord



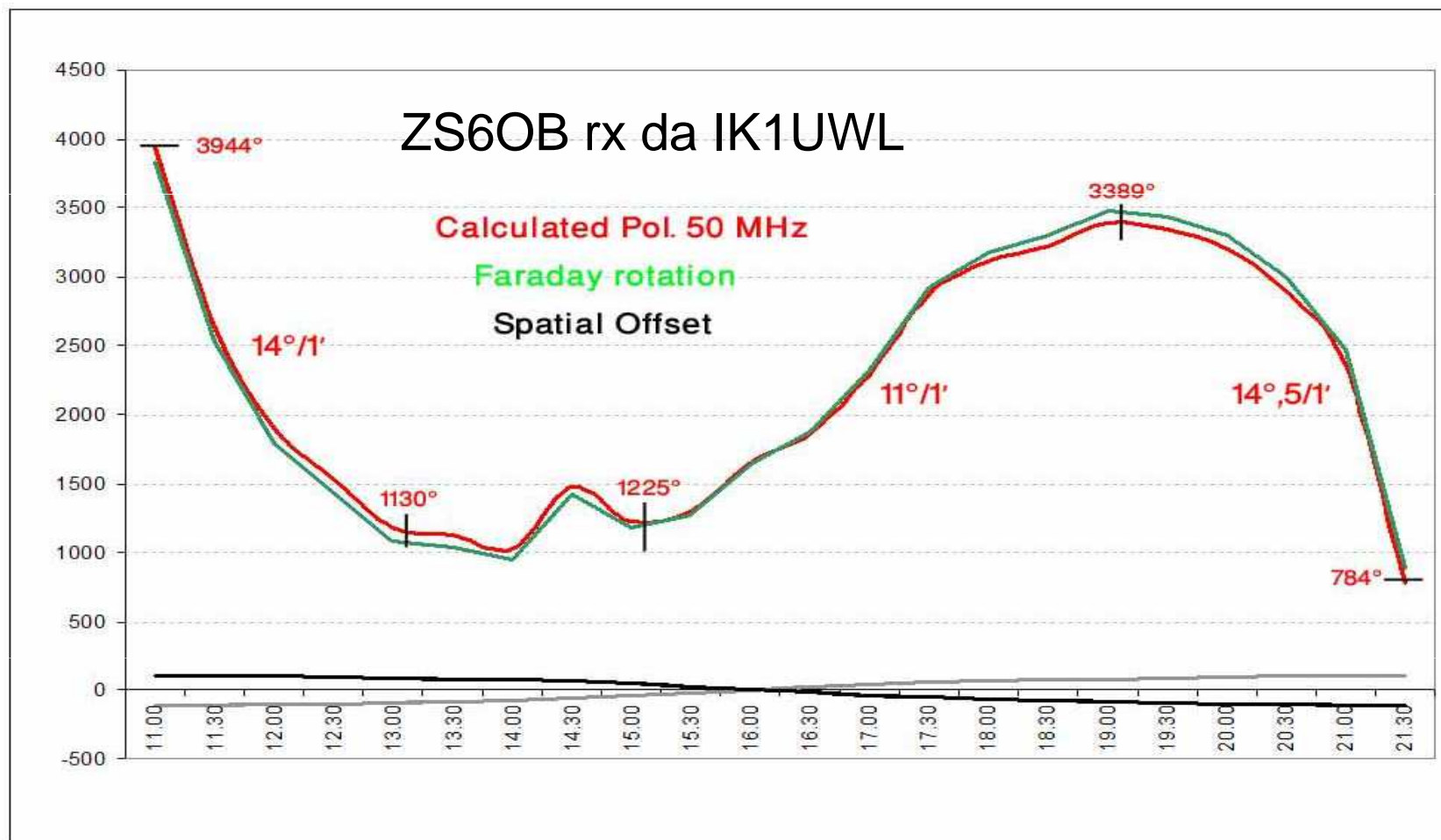
Stazioni a Sud



Stazioni a Ovest

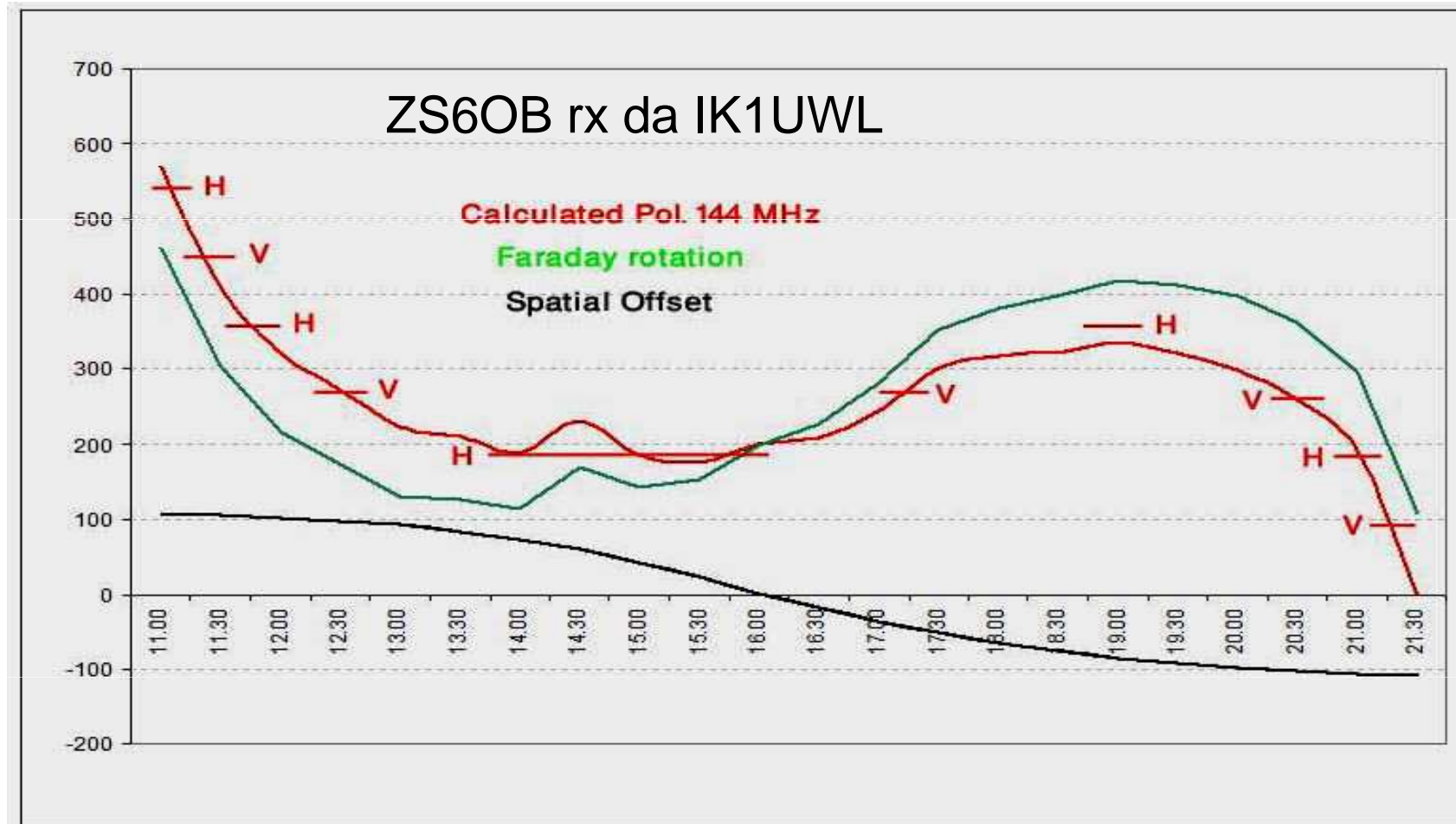
Stazioni a Est

VHF, banda 50 MHz T_s 3600 °K



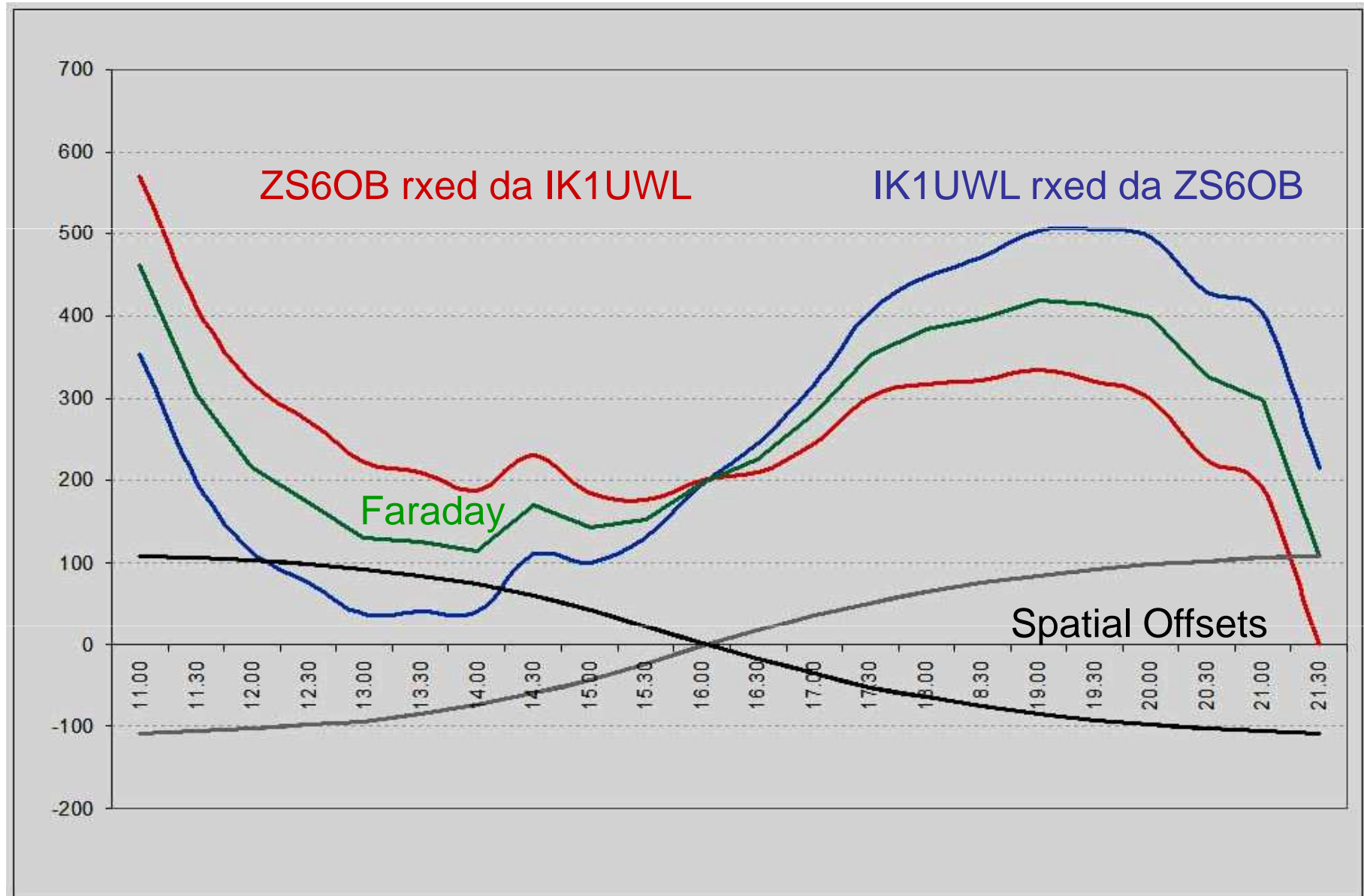
- Faraday ruota migliaia di gradi in tempi brevi, da H a V nei 6 minuti di un normale qso digitale.
- Spatial offset trascurabile

VHF, banda 144 MHz T_s 300 °K



- Faraday ruota centinaia di gradi, quindi sovrasta Spatial Offset anche per stazione distante.
- Transizioni V-H-V tipicamente con periodo da 30 a 60 minuti.
- Il grafico per una sola stazione non da un quadro completo.

QSO ZS6OB – IK1UWL in 144 MHz

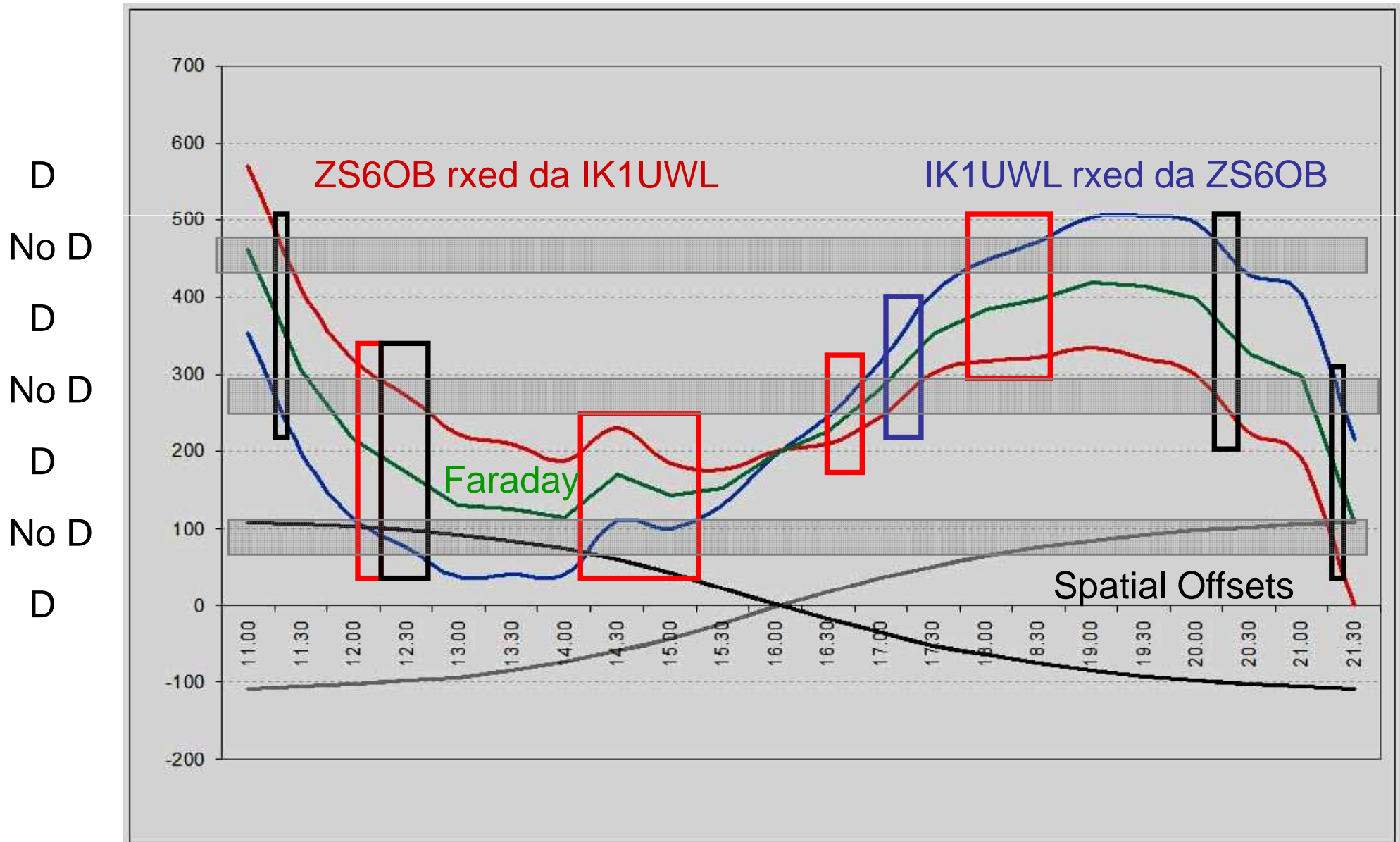


- Faraday + ciascun S.O. = Ciascuna polarità

QSO - Zona di non decodifica per antenne a singola polarità

- Polarità α ha Degradazione = $20 \cdot \log \cos \alpha$ (dB)
- $\alpha = 45^\circ$ Degr. 3 dB
- $\alpha = 60^\circ$ “ 6 dB
- $\alpha = 75^\circ$ “ 12 dB
- $\alpha = 90^\circ$ “ >20 dB (causa depolarizzazione)
- Con yagi incrociate, dopo 45° è utile passare in V.
- Con antenne lineari, polarità tra 75° and 105° hanno bassa probabilità di decodifica.

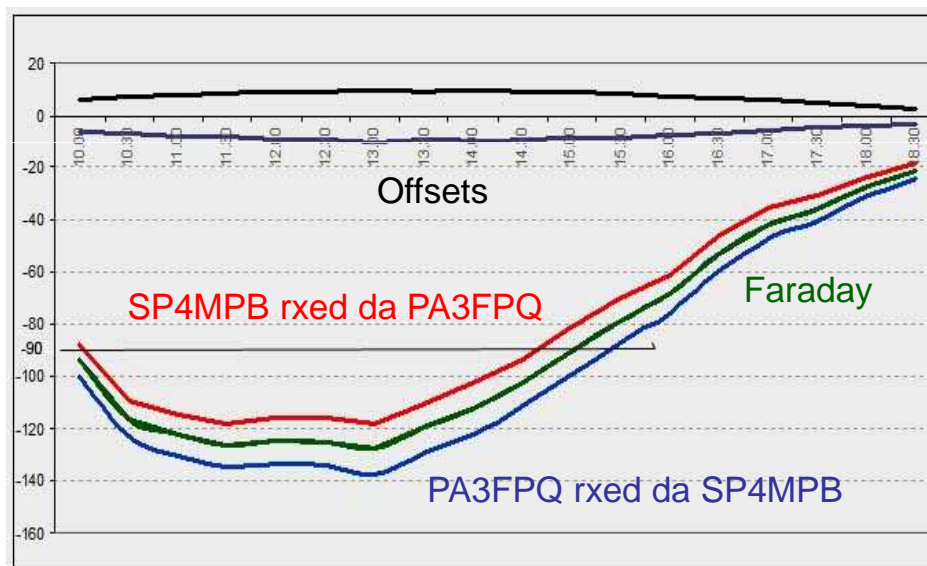
QSO ZS6OB – IK1UWL in 144 MHz



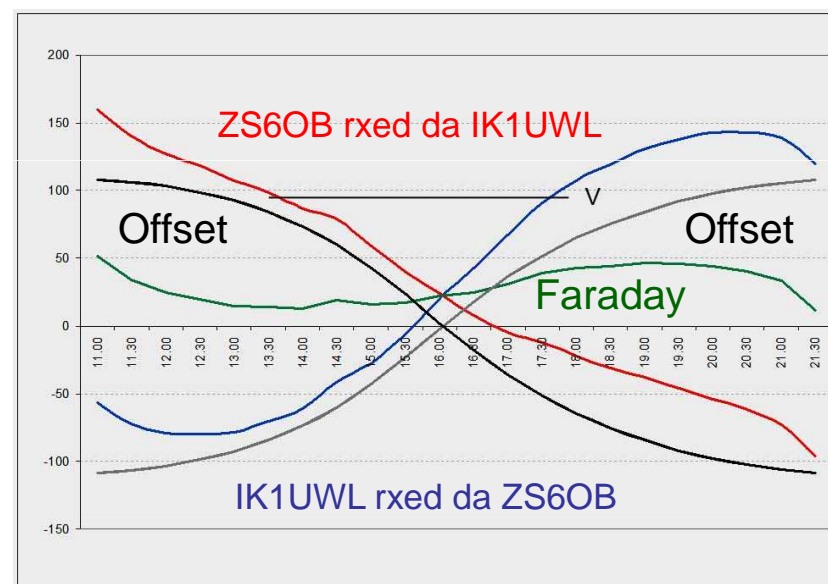
- Frequenti “No D” e “1 way”; decodifica bilat. 66% del Moon pass

UHF, banda 432 MHz T_s 85 °K

Stazione vicina, 1000 km



Stazione lontana, 8000 km

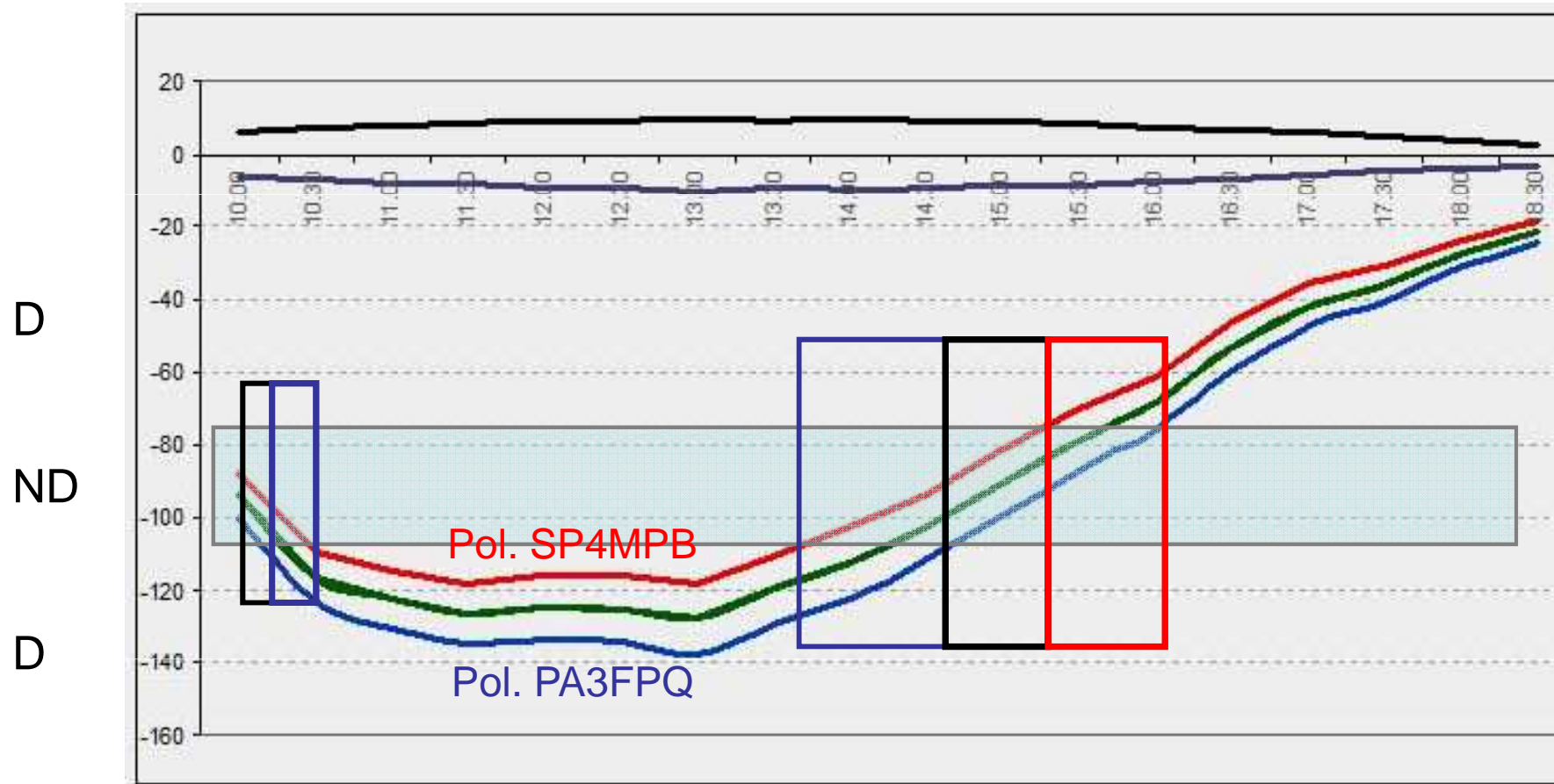


Faraday ruota decine di gradi, più lentamente.

Spatial offset è determinante per stazioni lontane.

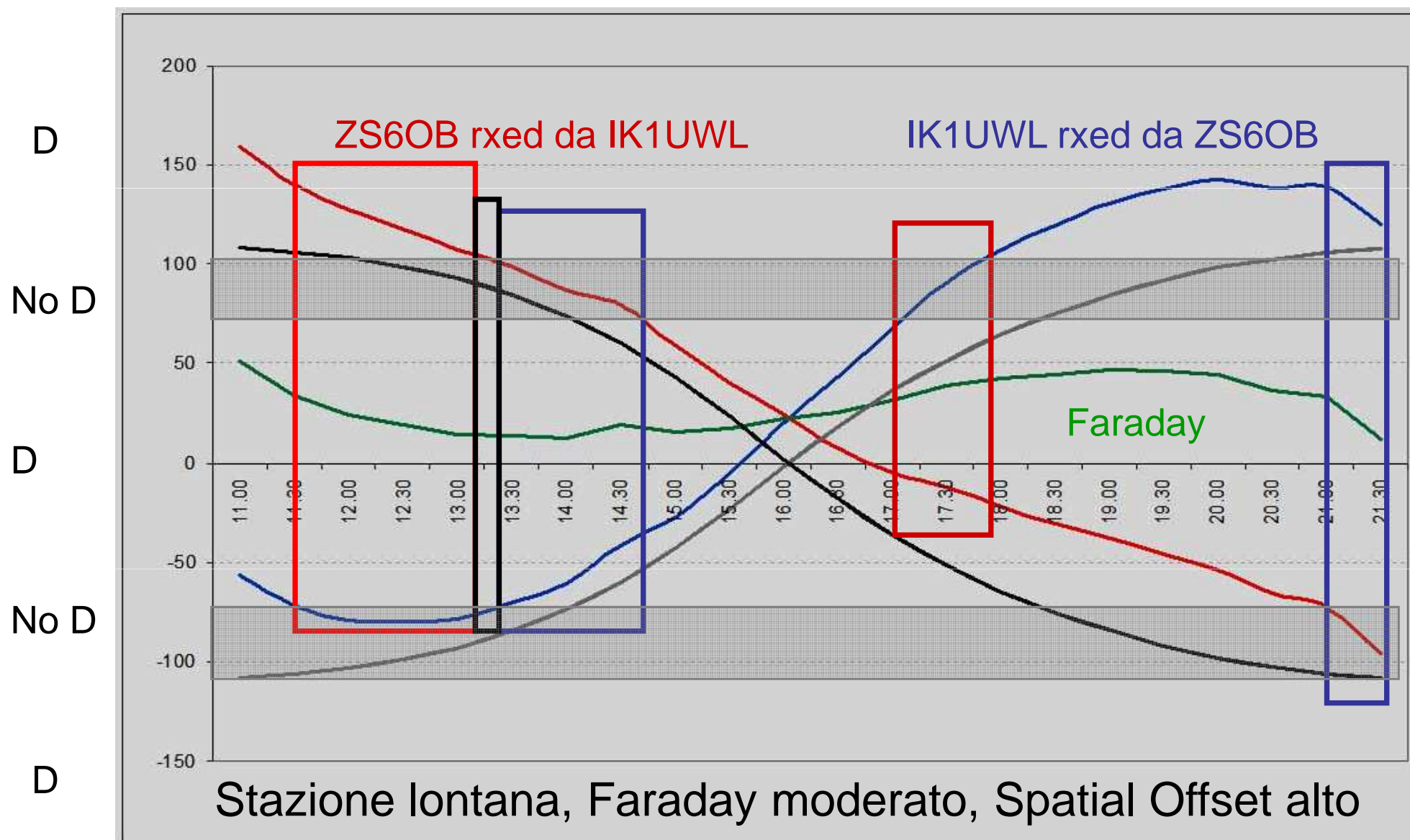
Le transizioni V-H-V sono poche e distanziate.

QSO SP4MPB – PA3FPQ in 432 MHz



- Stazione vicina: Spatial Offsets piccoli, finestra lunga, con variazione significativa di Faraday.
- Decodifica bilaterale 65% del Moon pass, con lunghi periodi 1 way e 0 way

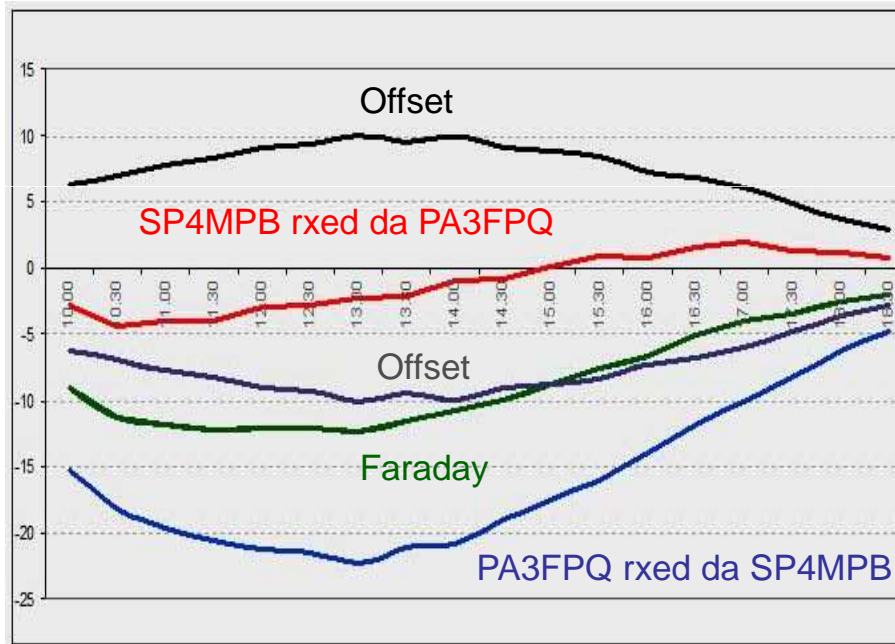
QSO ZS6OB – IK1UWL in 432 MHz



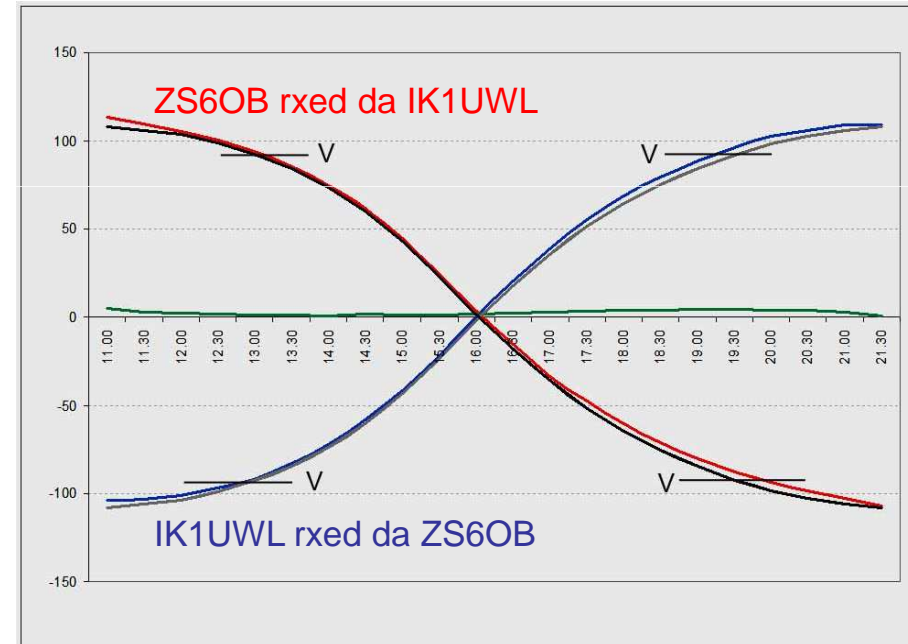
- Pochi periodi bilaterali, 56% del Moon pass.

UHF, banda 1296 MHz T_s 68 °K

Stazione vicina 1000 km

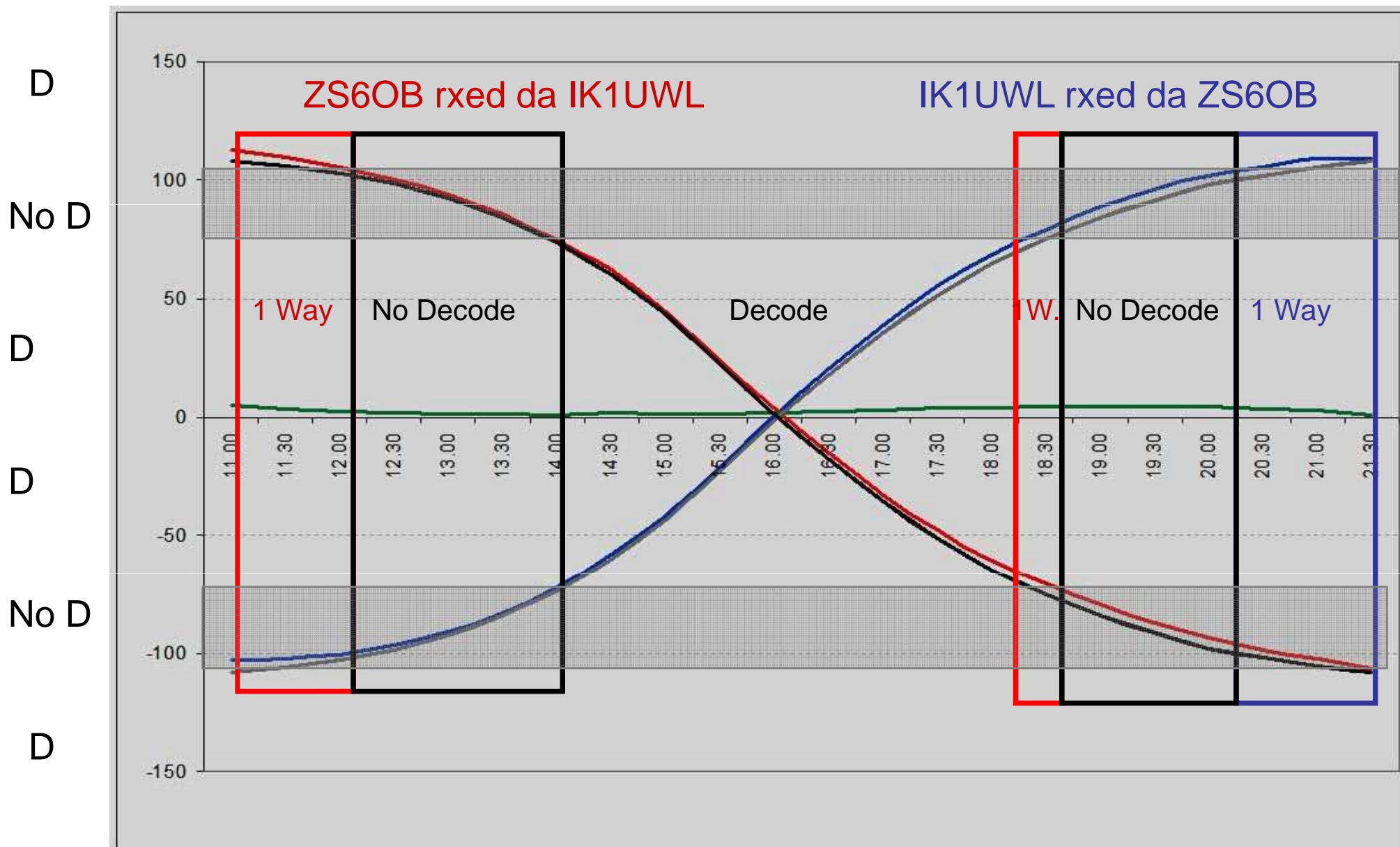


Stazione lontana 8000 km



- Faraday ruota solo qualche grado.
- Spatial offset diventa il fattore dominante.
- Con basso Spatial Offset decodifica su 100% del Moon pass.
- Problemi con l'aumento della distanza: analizziamo il qso.

QSO ZS6OB – IK1UWL in 1296 MHz



- Dec. bilaterali solo 40% del Moon pass.

Conclusioni

- Le VHF sono dominate da Faraday
- Le UHF (e superiori) dallo Spatial Offset
- Lo Spatial Offset non è una costante, ma varia durante il Moon pass, con la distanza e la declinazione.
- A frequenza crescente la polarità varia più lentamente, da $1000^\circ/\text{h}$ sui 50 MHz a $10^\circ/\text{h}$ sui 1296 MHz
- Con antenna a singola polarità i periodi favorevoli a QSO decrescono in numero, gli sfavorevoli crescono in durata
- A 432 MHz è utile pol. variabile.
- A 1296 MHz conviene, ed è usata, pol. circolare.

Grazie, ed arrivederci da Flavio e Giorgio

