

Sezione A - Ramo "Elettronica"
Prova del 23 Novembre 2004

Si consideri un sistema di trasmissione da satellite geostazionario come quello in figura 1.

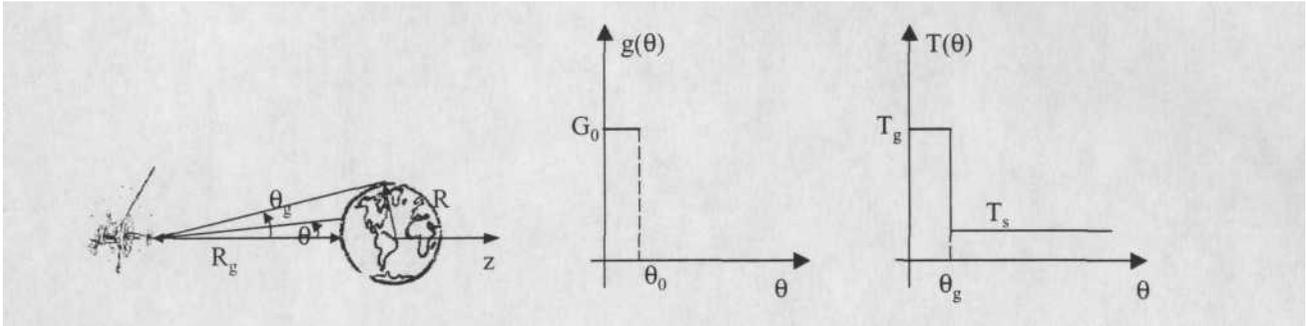


Figure 1: Schema del sistema di trasmissione e andamenti delle funzioni guadagno e temperatura per l'antenna di bordo

L'antenna a bordo del satellite ha guadagno $g(r)$ pari a

$$g(\hat{r}) = g(\theta) = \begin{cases} G_0 & \text{per } 0 \leq \theta \leq \theta_0 \\ 0 & \text{per } \theta > \theta_0 \end{cases}$$

efficienza ohmica η e polarizzazione lineare. La temperatura di rumore dello spazio circostante l'antenna è data da

$$T(\theta, \phi) = T(\theta) = \begin{cases} T_g & \text{per } 0 \leq \theta \leq \theta_g \\ T_s & \text{per } \theta > \theta_g \end{cases}$$

dove θ_g è l'angolo sotto cui è vista la terra dal satellite.

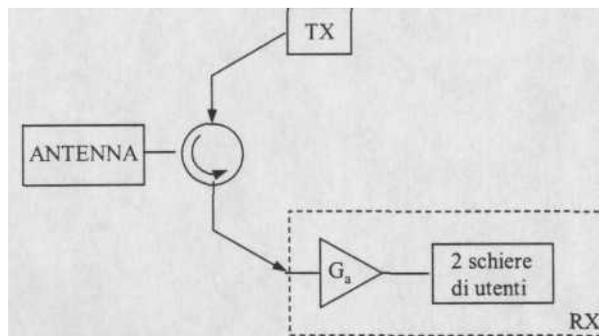


Figure 2: Schema a blocchi della stazione di terra

La stazione di terra è equipaggiata con una sola antenna, che opera sia in trasmissione che in ricezione, di tipo Cassegrain (paraboloide e iperboloidi, vedere fig. 3), in cui l'illuminatore è un'antenna a tromba conica corrugata, avente apertura di diametro d_t . Nella direzione del collegamento il guadagno dell'antenna è massimo; inoltre, la sua polarizzazione è circolare.

Quando opera in trasmissione, la potenza di alimentazione dell'antenna è P_{ai} . La frequenza di centrobanda è f_{ax} , con larghezza di banda bilaterale A_{fax}

Quando opera in ricezione, la potenza ai morsetti dell'antenna è P_{disp} e il segnale viene distribuito tra due schiere di M e N utenti, rispettivamente (vedere schema in fig. 2); la rete di distribuzione è realizzata utilizzando degli spezzoni di cavo coassiale, di lunghezza L_1 per la prima schiera e L_2 per la seconda, aventi attenuazione p.u.l. $C^A B$, ad accoppiatori a linee accoppiate, caratterizzati da perdite di inserzione p_a . Nella direzione del collegamento la temperatura d'antenna è T'_a e la temperatura di lavoro è T . Infine, l'amplificatore ha cifra di rumore F , mentre l'attenuazione d'inserzione tra porte accoppiate adiacenti del circolatore che collega l'antenna ai blocchi di TX e di RX è p_c . La sensibilità di ciascun utente è P_{mm} . La frequenza di centrobanda è JRX , con larghezza di banda bilaterale A/RX

Dati

- antenna di bordo: $r_g = 36.000\text{km}$. $R = 6.000\text{km}$ (raggio terrestre), $G_Q = 40\text{dB}$, $\gamma = 1$, $r_g = 300\text{K}$. $r_s = 10\text{K}$ $C/V = 20\text{dB}$;

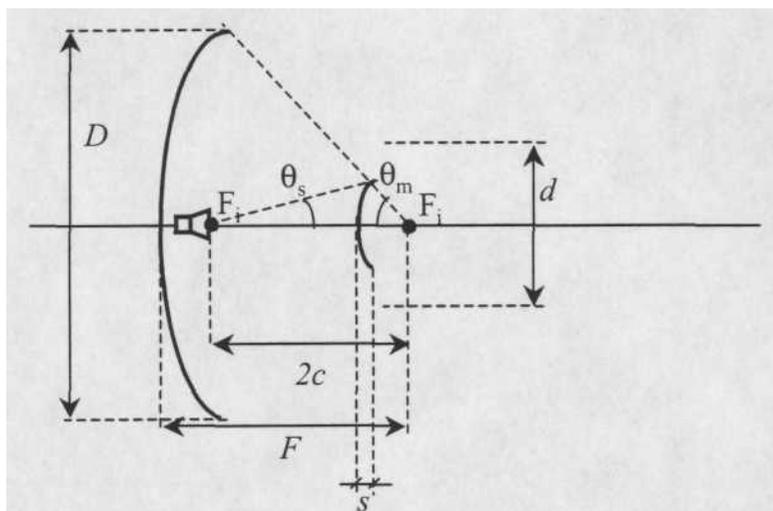


Figure 3: Antenna stazione di terra

- sistema di terra

antenna Cassegrain (con riferimento alla figura): $F/D = 0.35$, $d/D = 0.09$, $\theta_s = 10^\circ$;

in trasmissione: $P_{al} = 15\text{dBW}$, $f_{TX} = 6\text{GHz}$, $A_{fTX} = 100\text{MHz}$;

in ricezione: $P_{disp} = -60\text{dBm}$, $M = 4$, $N = 7$, $L_1 = 15\text{m}$, $L_2 = 20\text{m}$, $a_{dB} = 20\text{dB}/100\text{m}$, $p_a = 13\text{dB}$, $T_l = 50\text{K}$, $T = 290\text{K}$, $F = 2.6\text{dB}$, $p_c = 0.15\text{dB}$, $P_{min} = -75\text{dBm}$, $f_{ax} = 6.5\text{GHz}$, $A_{fax} = 40\text{MHz}$.

Progettare l'antenna Cassegrain della stazione di terra in modo che il rapporto *camer-to-noise* ai morsetti dell'antenna sul satellite sia C/N . Con riferimento alla figura, si determinino: il diametro del paraboloide D , il diametro d , la distanza fra i due fuochi dell'iperboloide $2c$, l'eccentricità e e lo spessore s dell'iperboloide.

Nel calcolare l'efficienza totale del paraboloide si considerino i contributi dell'efficienza di apertura (e_a), dell'efficienza di *spillover* (e_s) e dell'efficienza di bloccaggio e_b . Per il calcolo delle prime due, si utilizzino i grafici allegati, in cui sono rappresentati e_t , e_s ed il loro prodotto e_{ap}



in funzione del *taper*, per diversi valori di F_e/D . dove F_e è il rapporto tra la lunghezza focale equivalente e il diametro del riflettore principale. Si scelga il valore del *taper* che massimizza (a_p). Per quanto riguarda l'efficienza di bloccaggio e_b , la si consideri dovuta alla sola presenza del sub-riflettore (*nota: la proiezione di questo sul piano dell'apertura del riflettore principale è una circonferenza di diametro d .*

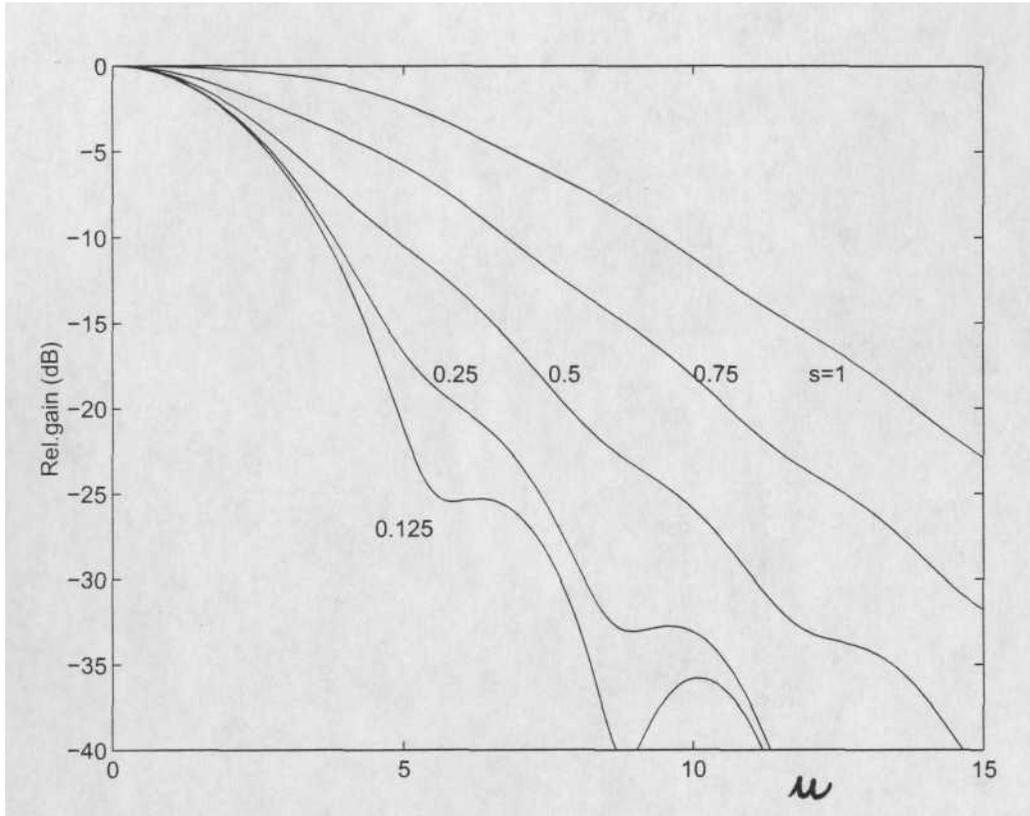
Determinare infine il diametro d_t dell'apertura dell'illuminatore e verificare che soddisfa alla condizione per cui si può ritenere trascurabile il bloccaggio dovuto all'illuminatore stesso (si ipotizzi un'errore di fase per l'antenna a tromba pari a 0.25λ).

Disegnare lo schema del sistema di terra, specificando il blocco che rappresenta la rete di distribuzione alle due schiere di utenti.

Determinare gli accoppiamenti (in potenza) in modo da ottimizzare la potenza ricevuta dagli utenti più lontani e rendere equivalenti le prestazioni delle due discese.

Determinare il guadagno G_a minimo richiesto all'amplificatore.

Calcolare la temperatura equivalente di rumore per l'utente più sfortunato.



$$(u = k_0 \frac{a_t}{2} \sin \theta)$$

