

CIRCUITS I SISTEMES DE RADIOFREQUÈNCIA

EXAMEN FINAL - 8 de juny de 2026

Temps: 2 hores

1 - (3 punts) Un transmissor de ràdio situat a la Torre de Collserola envia 30 dBm de potència a la freqüència de 10 GHz a través d'una paràbola de 40 dBi de directivitat cap a un repetidor (*transponder*) situat a Montserrat, a 32 km de distància (Figura 1). El repetidor capta el senyal rebut amb una paràbola de 30 dBi, efectua una conversió de freqüència a 600 MHz aplicant un guany total de potència de 80 dB, i transmet el senyal resultant a través d'una antena de 6 dBi orientada cap a Manresa, que es troba a 14 km de distància.

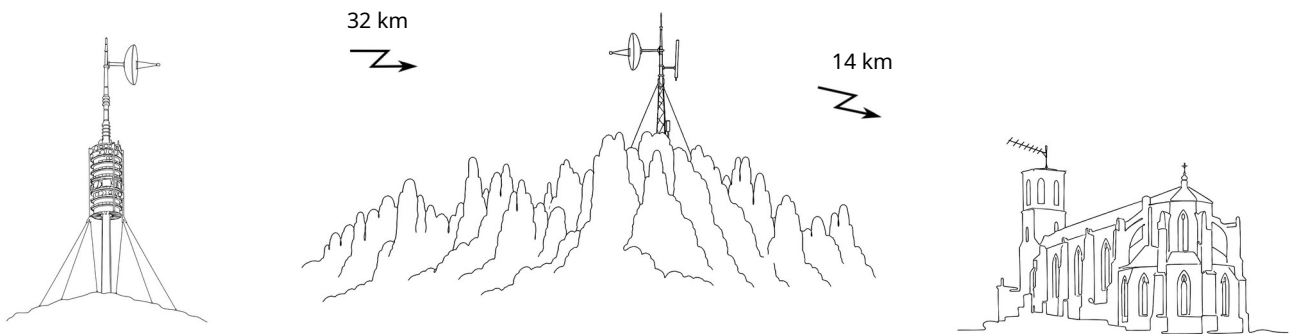


Figura 1

Es demana:

- La potència captada pel repetidor.
- La potència transmesa pel repetidor.
- La densitat de potència generada a l'àrea de Manresa.
- La potència captada per un receptor situat a Manresa que utilitza una antena *Yagi* de 15 dBi de directivitat orientada òptimament cap a Montserrat.
- Sabent que l'esmentat receptor requereix una potència d'entrada mínima de -65 dBm, determineu quina és la pèrdua màxima en dB causada per agents atmosfèrics (boira, pluja, etc.) tolerada pel sistema.

(Nota: Ignoreu en tot moment possibles reflexions que es puguin produir en el terreny)

2 - (1,5 punts) Calculeu la matriu de paràmetres S del biport de la Figura 2, considerant que $R_S = 50 \Omega$.

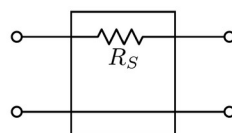


Figura 2

3 - (2 punts) Es vol donar cobertura de ràdio a una zona geogràfica de forma aproximadament circular. Amb aquest objectiu, s'ha dissenyat el sistema de la Figura 3, que consta d'un generador de radiofreqüència, un amplificador, un distribuïdor (divisor de potència) de 3 vies, i 3 antenes transmissores orientades en direccions que formen 120° entre sí.

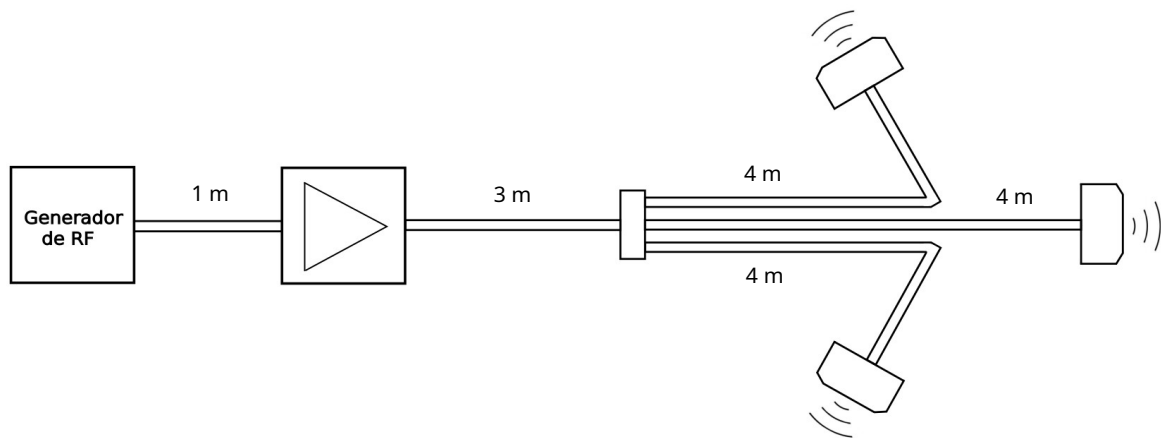
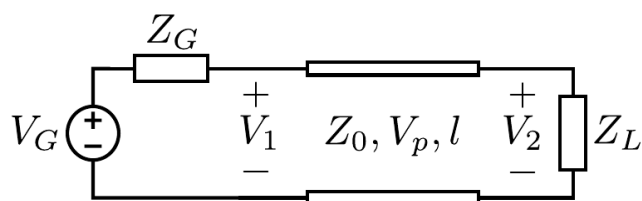


Figura 3

El generador proporciona una modulació de freqüència portadora 2,1 GHz i una tensió eficaç a la seva sortida de $5,5 V_{ef}$. Les línies de transmissió presenten una atenuació de 0,9 dB/m a la freqüència de treball, i el divisor de potència es pot considerar ideal. Tots els dispositius operen amb adaptació d'impedàncies a 50Ω .

Determineu el guany expressat en decibels que ha de tenir l'amplificador si es vol que la potència transmesa per cadascuna de les antenes sigui igual a +40 dBm.

4 - (3,5 punts) Per al circuit de la Figura 4, on l'excitació v_G és sinusoidal de freqüència 2.4 GHz i amplitud 3V,



$$Z_G = Z_0 = 50 \Omega, V_p = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}, l = 8 \text{ m}, A = 0,25 \text{ dB/m}, Z_L = 75 - 150j \Omega$$

Figura 4

- Calculeu la potència transferida a la càrrega Z_L .
- Dissenyeu una xarxa adaptadora formada per seccions de línia de transmissió de dimensions mínimes i impedància $Z_0 = 50 \Omega$ que permeti adaptar el generador a la resta del circuit (considereu $V_p = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$). Dibuixeu l'esquema del circuit complet.
- Calculeu la potència transferida a la càrrega amb la xarxa adaptadora inclosa, i valoreu la millora aconseguida.