

IRRATIKOMUNIKAZIOKO SISTEMAK CHAPTER 4 2023-2024

1. Problema

Matxitxakoko itsas prospekzio eta meteorologiarako estazioak (104 m-ko altuera) eta Jata mendiko instalazioak (559 m-ko altuera) lotzen dituen irrati-lotura dago Bizkaiko probintzian. Irrati-loturaren luzera 9,2 km-koa da. Estazio bietako antenak 10 m-ko altuerara ipini dira itsasmailaren gainetik.

Irrati-loturan erabilitako ekipoei 22 GHz-eko frekuentzia lan egiten dute eta I, II eta III Tauletan adierazitako ezaugarriak dituzte. Horretaz gain, ITU-R P.530 Gomendioaren zati bat erantsi da, behar izanez gero problemaren ebazpenerako erabili beharko dena (ez da onartuko aipaturiko gomendioaren zatian eskuragarri dagoen kalkuluatarako prozeduratik kanpoko beste ordezkio metodorik).

Hurrengoak eskatzen dira:

- Kalkulatu ibilbidean gainditzen den euriaren ondoriozko ahuldura denboraren %0,01-ean.
- Denboraren %0,035-ean gainditzen den euriaren ondoriozko ahuldura 17,67 dB-koa da, hartzailean $BER \geq 10^{-3}$ lotuta daramana. Kalkulatu Matxitxakoko estazioaren igorlearen EIRP-aren eta Jata mendiko estazioaren hargailuaren atari-mailaren arteko erlazioa irrati-loturaren hedapen-mekanismoen ondoriozko errore-tasa $\geq 10^{-3}$ den denboraren portzentajea %0,035 baino handiagoa ez izateko.
- Zein modulazio-eskema erabil ditzakegu potentzia-tarte guztietan b) ataleko helburuak betetzen direla bermatzeko?

I Taula. Antenak.

Gain	37,3 dB
Polarization	H

II Taula. Irrati-ekipoen ezaugarriak (orokorrak).

ATPC (Adaptive Transmission Power Control) Option	Yes
Adaptive Modulation	Yes
Maximum RF Output Power (dBm)	+24
Minimum RF Output Power (dBm)	-10
Roll off factor	0,4
Branching Losses (Tx or Rx)	2 dB

III Taula. Irrati-ekipoen ezaugarriak (modulazio-eskemak eta atari-mailak).

Modulation/ Radio Channel Bandwidth	Threshold 10^{-3} (dBm)*
BPSK/7 MHz	-96
16QAM/14 MHz	-92
64QAM/28 MHz	-90
128QAM /40 MHz	-88
256QAM /56 MHz	-86

* Atari-maila erabilgarria

Bestelako datuak:

- Irrati-loturaren ibilbidean suposatzen da hedapenaren ondoriozko ahuldura euriaren ondoriozkoa dela eta espazio libreko galerei gehitzen dela.
- Ondoko galerak nuluak direla suposatzen da:

www.ehu.es/kis

Alda.Urkijo s/n.
 E-48013 Bilbao.
kis@ehu.es
 T946014036
 F946014259



- Oztipoek eragindako difrakzioaren ondoriozko galerak.
- Landarediaren eraginaren ondoriozko galerak.
- Gasen xurgapenaren ondoriozko galerak.
- Erradiazio-sortaren lerrokatze-ezaren ondoriozko galerak.
- Denboraren % 0,01ean gainditutako euriaren intentsitatea, $R_{0,01} = 40$ mm/h.
- Euriak eragindako ahuldura kalkulatzeko konstante enpirikoak:

Frequency (GHz)	k_H	α_H	k_V	α_V
22	0,1155	1,0329	0,117	0,97

UITU-R P.530 Gomendiaren zati bat (euriaren ondoriozko ahulduarekin lotutako irizpideak eta kalkuluak)

Step 3: Compute the effective path length, d_{eff} , of the link by multiplying the actual path length d (km) by a distance factor r . An estimate of this factor is given by:

$$r = \frac{1}{0.477 d^{0.633} R_{0.01}^{0.073} \alpha f^{0.123} - 10.579 (1 - \exp(-0.024 d))} \quad (32)$$

where f (GHz) is the frequency and α is the exponent in the specific attenuation model and $R_{0.01}$ (mm/h) is the rain rate exceeded for 0.01%

Maximum recommended r is 2.5, so if the denominator of equation (32) is less than 0.4, use $r = 2.5$.

2. Problema

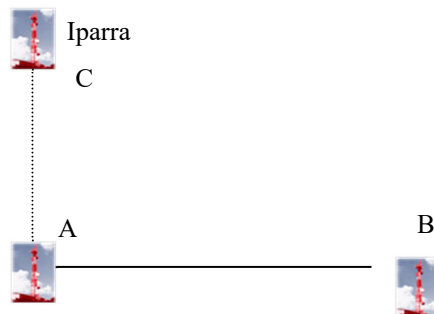
Irratikomunikazioko operadore batek bi irratilotura bidirekzioanal ditu A estazioa B eta C estazioekin konektatzeko. Hurrengo ezaugarriak dituzte estazioak:

Parametroa	A-B irratilotura	A-C irratilotura
Irratiloturaren ibilbidearen angelua	Ibilbidearen norabideak A-tik B-ra iparrarekiko 90°-ko azimuta (ekialdera) osatzen du.	Ibilbidearen norabideak A-tik C-ra iparraren norabidean dago (iparrarekiko 0°-ko azimuta osatzen du).
Antena mota	Ikusi erradiazio diagramari buruzko informazioa	
Antenen arteko desapuntamenduaren ondoriozko galerak	Irratilotura bakoitzeko antenak ondo apuntata daude. Ez dago galerarik.	
Antenen arteko distantzia	5 km	3 km
Irrati-bilbearen abiadura bitarra (Mbps)	155 Mbit/s	
Transmisoreak emandako potentzia (dBm)	0 dBm < P_t < 35 dBm	0 dBm < P_t < 35 dBm
Modulazioa	64QAM	
Polarizazioa	H	
Transmisoretik antenarako akoplamendurako elementuen galerak (dB)	2 dB	
Antenatik hartzailearako akoplamendurako elementuen galerak (dB)	2 dB	
Frekuentzia	Irratilotura biek irratikanal bera erabiltzen dute. Bi frekuentziadun plana da. A estazioan harrera beheko erdi-bandan egiten da, garraiatzailearen frekuentzia (erdiko frekuentzia) 15 GHz izanik. Duplex tartea 500 MHz da.	
Antenen altuera	Antena guztiak itsaso mailatik altuera berdinerara daude, 100 metrotara.	
Hartzailean atari-mailak	BER=10 ⁻³ : -65 dBm BER=10 ⁻⁶ : -60 dBm	
Kosinu goratu iragazkiaren Roll-Off faktorea	0,8	
Gasen ondoriozko ahuldura	0,15 dB/km	
Landaretzaren ondoriozko ahuldura	2 dB	



Erabilitako antenen erradiazio diagrama horizontalaren ingurutzalearen balioak taulan ematen dira. Diagrama simetrikoa da antenaren ardatzarekiko angelu negatiboentzat.

Angelua	Irabazia
0°	35 dBi
$0^\circ < \theta \leq 0,5^\circ$	34 dBi
$0,5^\circ < \theta \leq 1^\circ$	33 dBi
$1^\circ < \theta \leq 1,5^\circ$	32 dBi
$1,5^\circ < \theta \leq 3^\circ$	27 dBi
$3^\circ < \theta \leq 15^\circ$	20 dBi
$15^\circ < \theta \leq 60^\circ$	12 dBi
$60^\circ < \theta \leq 80^\circ$	6 dBi
$80^\circ < \theta \leq 100^\circ$	12 dBi
$100^\circ < \theta \leq 150^\circ$	6 dBi
$150^\circ < \theta \leq 180^\circ$	8 dBi



Kalkulatu:

- Kanalaren banda zabalera minimoa A-B eta A-C irratiloturretan
- C-A irratiloturak A estazioan sortutako interferentzia, mW-tan, B-A hartzailearen sarreran neurtuta. C-A loturan denborarekin aldakorrek diren galerak mespretxagarriak dira. Kontsideratu C transmisoreak EIRP txikienarekin transmititzen duela
- A hartzailearen sarreran 10^{-3} atari-mailako potentzia hartzen dela jakinik eta denborarekin aldakorrek diren galerak 20 dB-koak direla jakinik, kalkulatuz:
 - B-k transmititutako potentzia.
 - Sistemaren irabazia (System Gain) A-B irratiloturan 10^{-6} atari-mailarako baldintza hauetan.

3. Problema

Zerbitzu finkoko irradi-lotura batek 5 km-ko luzera du eta 18 GHz-ko bandan lan egiten du. Sistemaren tarteak (system margins) neurtu dira. Taulan azaltzen dira sistemaren tarte gordinen baloreak eta baita dagozkien errore tasak ere.

B.E.R.	B.E.R.-ari lotuta dagoen potentzia atari balioa	Erabilgarritasun helburuak bermatzeko beharrezkoa den tarte gordina	Errore Karakteristika helburuak bermatzeko beharrezkoa den tarte gordina
10^{-3}	$Th_3 = -90$ dBm	$M_3 = 35$ dB	
10^{-6}	$Th_6 = -85$ dBm		$M_6 = 20$ dB
10^{-12}	$Th_{12} = -80$ dBm		$M_{12} = 10$ dB

Irrati-loturaren beste zenbait datu:

- ATPC *Automatic Transmission Power Control* duen igorlea erabiliko da.
- Igorlea eta antena igorlearen akoplorako zirkuituetan dauden galerak: 2 dB
- Antena igorlearen irabazia: 20 dBi
- Antena hargailuaren irabazia: 25 dBi
- Hargailua eta antena hargailuaren akoplorako zirkuituetan dauden galerak: 3 dB

Kalkulatu:

- Igorlearen irteeran behar den potentzia minimoa taulan azaltzen diren diseinu helburu guztiak bete daitezen.
- ATPC sistemaren balore minimoa aurreko atalean kalkulatoriko balorea baino ehun bider txikiagoarekin (Watt-etan) konfiguratu da. Baldintza honetan, potentzia minimoa igortzen baldin bada, kalkulatu beteko diren helburu edo helburuak.



Emaitzak:

1. Problema

a) $A_{0,01}=28,94$ dB; $r=0,603$; $d_{\text{eff}}=5,55$ km;

b)

Modulation/ Radio Channel Bandwidth	Threshold 10^{-3} (dBm) (erabilgarria)	Gutxienezko EIRP(dBm)
BPSK/7 MHz	-96	+24,94
16QAM/14 MHz	-92	+28,94
64QAM/28 MHz	-90	+30,94
128QAM /40 MHz	-88	+32,94
256QAM /56 MHz	-86	+34,94

c) BPSK/7 MHz; (-10 dBm>-10,36 dBm)

2. Problema

a) $B_{\text{RFminimo}} = 46,5$ MHz

b) $3,19 \times 10^{-9}$ mw (-84,95 dBm)

c1) $P_T = 21,69$ dBm

c2) $GS_6 = 81,69$ dB

3. Problema

a) 36,5 dBm

b) Helburuetatik bat ere ez da beteko.

$C=-75$ dBm < $C_{\text{min Th12}} = -70$ dBm

$C=-75$ dBm < $C_{\text{min Th6}} = -65$ dBm

$C=-75$ dBm < $C_{\text{min Th3}} = -55$ dBm