

مسائل الاتصالات

مثال 1 - 1

لنفترض أن للعناصر الثلاثة المبينة الخسارات التالية على التوالي
 $(-11[dB], -6[dB], -3[dB])$. أوجد الخسارة الكلية للمجموعة. وأوجد الخرج إذا
 كانت قدرة الدخل $5[mW]$.

الحل:

نجد بموجب المعادلة أن

الخسارة الكلية تساوي

المجموع:

$$D_b = 10 \log_{10} \frac{p_4}{p_3} + 10 \log_{10} \frac{p_3}{p_2} + \log_{10} \frac{p_2}{p_1}$$

$$10 \log_{10} \frac{p_4}{p_3} = -20[db]$$

$$\frac{p_4}{p_3} = 10^{-2} = 0.01$$

$$p_4 = 0.01 * p_3 = 0.01 * 5[mW] = 0.05[mW]$$

مثال 1 - 21

تبلغ الخسارة لنظام ما $-23[db]$ احسب كفاءته.

الحل:

من المعادلة (1-1) من أجل نسبة القدرة نجد:

$$\frac{p_2}{p_1} = 10^{db/10} = 10^{-2.3} = 0.005$$

وهكذا تساوي كفاءة إرسال القدرة 0.5%، ويتوجب علينا أيضا الحصول على

نسب سويات القدرة المطابقة إلى $-23[db]$ من مقياس الديسبل.

المسألة الثالثة

نلاحظ أن: $-20[dB] - 3[dB] = -23[dB]$. من الشكل 1- (نجد
خسارة مقدارها 0.01 من أجل $-20[dB]$ ونجد أننا نحصل على خسارة
مقدارها 0.5 من أجل $-3[dB]$ وتكون الخسارة الكلية التي هي حاصل جداء
الخسارتين الجزئيتين مساوية:

$$0.01 * 0.5 = 0.005$$

وهكذا يستعمل مقياس الديسبل للدلالة على سويات القدرة النسبية.

ويمكن أيضا أن نستعمل الديسبل لنعبر عن القدرة المطلقة. فمن أجل هذا
نقارن القدرة P_2 بقيمة مرجعية ثابتة.

إن السوية المرجعية المناسبة هي الميللي وات ويشار إلى قيمة القدرة بالديسبل
نسبة إلى واحد ميللي وات بالمصطلح

dBm. بوضع $P_1 = 1[mW]$ وبكتابة P_2 بالميللي وات نجد مايلي:

$$dBm = 10 \log_{10} P_2 + 30$$

حيث P_2 تقدر بالميكرووات.

عندها يمكن أن نكتب:

$$dB = 10 \log_{10} P_2 + 60$$

تعرض بعض أجهزة قياس القدرة الضوئية قراءاتها مباشرة بوحدات dBm أو $dB\mu$. بينما تشير أجهزة أخرى إلى

مثال 1 - 1

أوجد عدد الفوتونات الواردة في الثانية على كاشف إذا كانت القدرة الضوئية
 $1[\mu W]$ وطول الموجة $0.8[\mu m]$.

الحل:

تحدد طاقة الفوتون عند $0.8[\mu m]$ وفق ما يلي:

المسألة الثالثة

$$w_p = h.f = h \frac{c}{\lambda} = 2.48 \cdot 10^{-19} \text{ [J]}$$

وحيث إن القدرة هي معدل تسليم الطاقة يمكن أن نكتب الطاقة الكلية كما يلي:

$$w = P.t$$

وبضرب القدرة $1[\mu W]$ بالفترة الزمنية $1[\text{sec}]$ ينتج طاقة $1[\mu J]$ ويكون عدد الفوتونات المطلوب للحصول على $1[\mu J]$:

$$\frac{w}{w_p} = \frac{10^{-6} [J]}{2.48 \cdot 10^{-19} [\frac{J}{\text{photon}}]} = 4.03 \cdot 10^{12} [\text{photons}]$$

تقاس الطاقة بوحدة مناسبة هي (إلكترون فولت) eV وهي الطاقة الحركية التي يكتسبها إلكترون واحد عندما يسرع بواسطة فرق كمون مقداره واحد فولت. وتحدد العلاقة بين الإلكترون فولت و الجول كما يلي:

$$1[eV] = 1.6 \cdot 10^{-19} [J]$$

تعطى طاقة الفوتون عند طول الموجة $0.8[\mu m]$ بالإلكترون فولت كما يلي:

$$\frac{2.48 \cdot 10^{-19} [J]}{1.6 \cdot 10^{-19} [J/eV]} = 1.55 [eV]$$

مثال 2 - 11

يعبر شعاع ضوئي من الهواء $n=1$ إلى الزجاج $n=1.5$ أوجد زوايا النفاذ عندما يكون الشعاع الوارد عموديا على السطح الفاصل وعندما $\theta_i = 15^\circ$.

الحل:

عندما تكون زاوية ورود صفراء يكون عندئذ $\sin \theta_i = 0$ وبحسب قانون Snell ينتج $\sin \theta_t = 0$ وأخي أ $\theta_t = 0$ فلا ينحرف الشعاع وعندما تكون $\theta_i = 15^\circ$ يكون:

$$\sin \theta_t = (1/1.5) \sin 15 = 0.17 \quad \Rightarrow \theta_t = 9.94^\circ$$

المسألة الثالثة

مثال 2 - 21

احسب عدد الأساليب لليف ذي قطر نواة $50[\mu\text{m}]$ افترض أن $n_1=1.48$

وأن $n_2=1.46$ وعند الطول الموجي $\lambda=0.82$

يعطى تردد المقيس المعياري

بالعلاقة التالية بالنسبة للألياف

:S

$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

بالتعويض نجد أن:

$$V = \frac{2\pi \cdot 25}{0.82} \sqrt{1.48^2 - 1.46^2} = 46.45$$

أما عدد النماذج فيحسب وفقا للعلاقة:

$$N = 0.5 V^2$$

$$N = 0.5 \cdot 46.45^2 = 1078$$

مثال :

لدينا ليف زجاجي محاط بالهواء له المواصفات المبينة في الجدول (2-2).

احسب الازوية الحرجة عند الحد الفاصل بين القلب والغلاف الهوائي.

الحل:

باستعمال معادلة الزاوية الحرجة مرة ثانية نجد أن:

$$\theta_c = \sin^{-1}(1/1.46) = 43^\circ$$

يجب أن يقارن هذا بأسلوب النواة حيث:

$$\theta_c = \sin^{-1}(1.46/1.48) = 80.6^\circ$$

المسألة الثالثة

مع العلم أن θ هي ازوية الشعاع اعتبا r من العمود على حد الفصل، ويمكن أن نرى كيف تنتشر أشعة الغلاف بميل أكبر من أشعة القلب بالنسبة لمحور الليف.

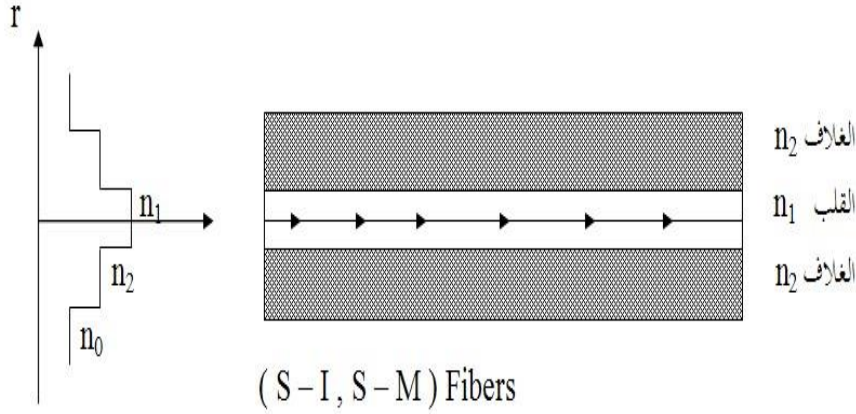
مثال 2 - 1

ما أنصاف الأقطار العظمى المسموح لها للليف مكون كليا من الزجاج إذا كان للدليل الموجي أن يتحمل أسلوبا

وحيد $a = 0.82[\mu m]$ وأن $n_1 = 1.48$ و $n_2 = 1.46$.

الحل:

وفقا للمعادلة (2-31) نجد أن $a = 1.3[\mu m]$. ونستنتج أن الألياف وحيدة الأسلوب ستكون صغيرة جدا ، وبجعل n_2 أقرب إلى n_1 وبالعامل عند أطوال موجية أطول يمكن عندها أن يزداد قطر القلب. إن الألياف وحيدة الأنموذج Single - Mode العملية ذات أقطار قلب تتراوح بين $4[\mu m]$ و $12[\mu m]$. يبين الشكل (2-61) هذا النوع من الألياف والذي يسمى Step Index – Single Mode.



إن قطر الغلاف لهذا النوع من الألياف يكون عمليا بحدود

$125[\mu m]$.

مثال 2 - 1

المسألة الثالثة

المطلوب تحديد طول موجة القطع للليف بصري قطره $5[\mu m]$ مع العلم أن

$$n_2 = 1.48 \text{ و } n_1 = 1.5$$

لدينا:

$$\lambda_c = \frac{2\pi a}{2.405} N_A$$

$$N_A = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{1.50^2 - 1.48^2} = 0.224$$

$$\lambda_c = \frac{2\pi * 2.5}{2.405} * 0.224 = 1.59[\mu m]$$

)

مثال 2 - 1

لدينا ليف زجاجي نوع GRIN ذو مظهر جانبي بشكل قطع مكافئ فيه $n_1 = 1.48$ و $n_2 = 1.46$ والمطلوب: احسب التغير الجزئي لدليل الانكسار، وأكبر حجم نواة من أجل انتشار وحيد الأنموذج، ومن ثم احسب قيمة n_{eff} للأسلوب المنتشر باستخدام حجم النواة المحسوب علماً بأن طول الموجة المستخدم يساوي $0.82[\mu m]$.

الحل:

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1.48 - 1.46}{1.48} = 0.0135$$

و بتطبيق المعادلة (2-61) نجد ان :

$$\frac{a}{\lambda} < \frac{1.4}{\pi \sqrt{n_1(n_1 - n_2)}} = 2.6$$

$$a = 2.6 * \lambda = 2.6 * 0.82 = 2.1[\mu m]$$

نضع $q = p = 0$ و $k_0 = \frac{2\pi}{\lambda}$ في المعادلة (2-41) فنحصل على ما يلي من اجل النموذج (0,0) :

$$n_{eff} = n_1 - \frac{\sqrt{2\Delta}}{2\pi \left(\frac{a}{\lambda}\right)} = 1.47$$

-1 ارسم بيانياً زاوية القبول بدلالة فتحة النفوذ العددية NA للمدى:

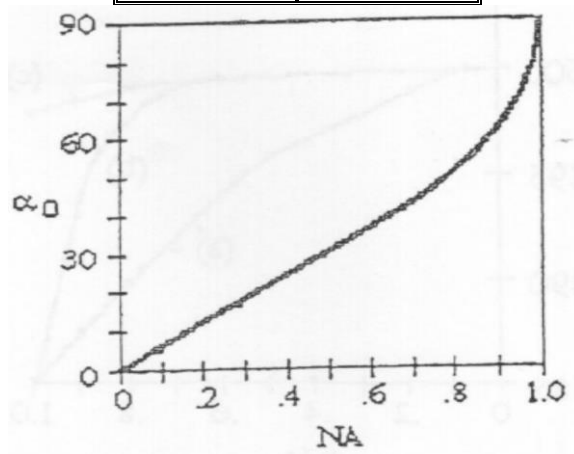
$$0 \leq NA \leq 1 \text{ بافتراض أن } n_0 = 1.$$

Solution:

$$NA = n_0 \sin a_0, n_0 = 1$$

المسألة الثالثة

NA	α_0
0.05	2.87
0.10	5.70
0.30	17.5
0.50	30.0
0.70	44.4
0.80	53.1
0.90	64.0
0.95	71.8
1.00	90.0



-2 برهن أن: $\cos \theta_c = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_1}$

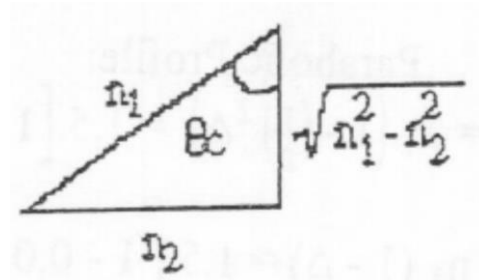
المسألة الثالثة

Solution:

$$\sin \theta_c = n_2 / n_1$$

$$\cos \theta_c = \sqrt{1 - \sin^2 \theta_c} = \sqrt{1 - (n_2/n_1)^2} = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_1}$$

Or from Figure,



$$\cos \theta_c = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_1}$$

3- اعتبر ليف SI ذا $n_1 = 1.5$ و $n_2 = 1.485$ عند μm
 $= 0.82$. اذا كان نصف قطر النواة μm 50 فكم عدد الأساليب التي
 يمكن أن تنتشر؟ كرر ما سبق اذا تغير طول الموجة الى $1.2 \mu m$

Solution:

$$n_1 = 1.5, n_2 = 1.485$$

$$v = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \frac{2\pi 50}{0.82} \sqrt{1.5^2 - 1.485^2} = 81$$

بما ان ليف احادي نقسم على 2

$$N = V^2 / 2 = 81^2 / 2 =$$

3286 modes

المسألة الثالثة

If $\lambda=1.2[\mu\text{m}]$, $V=55.35$,

$N=V^2/2=1531$ modes.

4- في ليف متدرج (GRIN) ، ليكن $n_1=1.5$ ، $\Delta=0.01$ و $a=50 \mu\text{m}$ ، α .

أ- ارسم بيانياً بمقياس رسم r (n ضمن النواة.

ب- كرر ماسبق على نفس الرسم بعد تغيير a الى 10 .

ج- كرر ماسبق على نفس الرسم بعد تغيير Δ الى 0.001 وباعتبار $\alpha=2$.

Solution:

a) $n(r)=$

$$n_1 \sqrt{1 - 2 \left(\frac{r}{a} \right)^a \Delta} =$$

$$1.5 \sqrt{1 - 2 \left(\frac{r}{50} \right)^2 (0.01)}$$

b) $n(r)=$

$$n_1 \sqrt{1 - 2 \left(\frac{r}{a} \right)^a \Delta} =$$

$$1.5 \sqrt{1 - 2 \left(\frac{r}{50} \right)^{10} (0.01)}$$

c) $n(r)=$

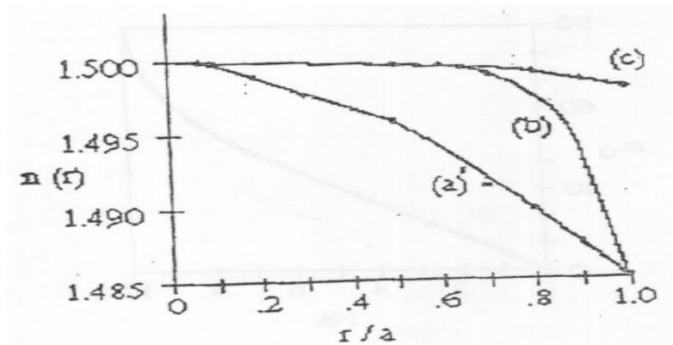
$$n_1 \sqrt{1 - 2 \left(\frac{r}{a} \right)^a \Delta} =$$

$$1.5 \sqrt{1 - 2 \left(\frac{r}{50} \right)^2 (0.01)}$$

r/a	(a)	(b)	(c)
0	1.5	1.5	1.5
0.1	1.4998	1.5	1.4999
0.2	1.4994	1.5	1.4999

المسألة الثالثة

0.3	1.4986	1.5	1.4999
0.4	1.4976	1.5	1.4998
0.5	1.4962	1.5	1.4996
0.6	1.4946	1.4999	1.4995
0.7	1.4926	1.4996	1.4993
0.8	1.4904	1.4984	1.4990
0.9	1.4878	1.4948	1.4988
1	1.4849	1.4849	1.4985



5- برهن أن القيمة العظمى لـ a/λ بالنسبة للليف ذي دليل قطع مكافئ وحيد الأسلوب هي أكبر بـ 1.6 للليف SI وحيد الأسلوب.

Solution:

Step-index single-mode condition:

$$\left\{ \frac{a}{\lambda} \right\}_{SI} < \frac{2.405}{2\pi\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}$$

GRTN single – mode condition :

$$\left\{ \frac{a}{\lambda} \right\}_{GRIN} < \frac{1.4}{\pi\sqrt{n_1(n_2 - n_1)}}$$

المسألة الثالثة

Then:

$$\frac{\left\{\frac{a}{\lambda}\right\}_{GRIN}}{\left\{\frac{a}{\lambda}\right\}_{SI}} = \frac{2(1.4)\sqrt{n_1 + n_2}(n_1 - n_2)}{2.405\sqrt{n_1}(n_1 - n_2)}$$

use n_1 close to n_2 , so that $n_1 + n_2 = 2n_1$

$$\frac{\left\{\frac{a}{\lambda}\right\}_{GRIN}}{\left\{\frac{a}{\lambda}\right\}_{SI}} = 1.164\sqrt{2}=1.646$$

التردد غيغا هرت ز	الفقد في المغذي L_f Feader less نوعه الفقد (ديسبل 100 م)	الفقد في التوزيع L_b ديسبل تباين ترددى - فراغى	كسب الهوائى A_t, A_r الأبعاد (متر) - الكسب (ديسبل)
1.8	كابيل محوري مملوء هواء 5.4	2 – 5	25.2 – 1.2 31.2 – 2.4 33.2 – 3 34.7- 3.7
7.4	دليل موجي (64 Ewp) — قطع ناقص elliptical	2 – 3	38.8 – 1.5 43.8 – 2.4 44.8 – 3 46.5 – 3.7

المسألة الثالثة

43.8 – 2.4			
45.6 – 3	2 – 3	6.5 – 69 Ewp(8
47.3 – 3.7			
49.8 – 4.8			

ملاحظة: هذا الجدول جدا مهم لان سوف نستخدمه في جميع المسائل

المثال 23. : :

إذا كان التردد الحامل (6) غيغا هيرتز و المسافة (50) كيلو متر المطلوب تحديد فقد المسار في الفراغ الحر.

الحل:

$$L_P(dB) = 32.4 + 20 \log 6000 + 20 \log 50 = 32.4 + 75.6 + 34 = 142 \text{ dB}$$

أو

$$L_P(dB) = 92.4 + 20 \log 6 + 20 \log 50 = 92.4 + 15.6 + 34 = 142 \text{ dB}$$

المثال 33. : :

يعمل نظام ميكروي مع تباين فراغي على تردد حامل قدر (1.8) غيغا هيرتز لكل محطة هوائي قطع مكافئ parabolic بقطر (2.4) متر متصل بكابل محوري طوله 100 متر مملوء بالهواء ، الأرض ناعمة و للمنطقة طقس رطب ، المسافة بين المحطتين 40 كيلو متر و الوثوقية المطلوبة % 99.99، المطلوب تحديد كسب النظام.

الحل:

$$L_p = 2 \text{ : تباين فراغي يعني}$$

المسألة الثالثة

$$F=1.8$$

الأرض ناعمة يعني $A=4$

طقس رطب : $B=0.5$

$$D=40$$

$$R=99.99\%$$

نعوض في العلاقة (4.3). لنجد أن حد الخفوت هو:

$$FM = 30 \log D + 10 \log(6 ABF) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$FM = 30 \log 40 + 10 \log(6)(4)(0.5)(1.8) - 10 \log(1 - 0.9999) - 70$$

$$dB = 31.4$$

بالتعويض في العلاقة (3.3). يكون فقد المسار:

$$L_P = 92.4 + 20 \log F + 20 \log D$$

$$L_P = 92.4 + 20 \log 1.8 + 20 \log 40$$

$$= 129.55 \text{ dB}$$

من الجدول (1.3):

$$L_P = 4 \text{ dB}$$

لان ناخذ 2 في ارسال و 2 استقبال ($2 + 2 = 4$)

لان حسب الجدول 5.4 و ناخذ مرتين لان ارسال و استقبال $L_f = 10.8 \text{ dB}$

$$(100 \text{ m} + 100 \text{ m} = 200 \text{ m})$$

المسألة الثالثة

حسب الجدول ناخذ 31.2 لان القطر 2.4 $A_t = A_r = 31.2 \text{ dB}$

بالتعويض في العلاقة (1.3). نحصل على كسب النظام:

$$G_s = FM + L_p + L_F + L_B - A_r - A_t$$

$$G_s = 31.4 + 129.55 + 10.8 + 4 - 31.2 - 31.2 = 113.35 \text{ dB}$$

تدل النتيجة على أن استطاعة مخرج المرسل يجب أن تكون أعلى من المستوى الأدنى لإشارة المستقبل بمقدار (113.35) ديسيبل.

المثال 43):

المطلوب من أجل عرض مجال ضجيجي مكافئ قدره (10) ميغا هيرتز تحديد استطاعة الضجيج.

الحل : بالتعويض في العلاقة:

$$N = -174 \text{ dBm} + 10 \log B$$

$$N = -174 \text{ dBm} + 10 \log (10 \times 10^6)$$

$$= -174 \text{ dBm} + 70 \text{ dB} = -104 \text{ dBm}$$

إذا كان متطلب الحد الأدنى للنسبة C/N لجهاز استقبال له عرض مجال ضجيج قدره (10) ميغا هيرتز هو (24) ديسيبل فإن استطاعة الموجة الحاملة الدنيا في الاستقبال هي:

$$C_{\min} = \frac{C}{N} (\text{dB}) + N (\text{dBm})$$

$$= 24 \text{ dB} + (-104 \text{ dBm}) = -80 \text{ dBm}$$

بوجود كسب نظام قدره (35.113) ديسيبل فإن الاستطاعة المطلوبة للموجة الحاملة للإرسال P_t هي:

$$P_t = G_s + C_{\min}$$

$$= 113.35 \text{ dB} + (-80 \text{ dBm}) = 33.35 \text{ dBm}$$

مثال 53. :

$$\text{dB } 10 = A_3 = A_2 = A_1 \text{ و } \text{dB } 2 = F_3 = F_2 = F_1$$

المطلوب رقم الضجيج الإجمالي .

الحل:

بالتعويض في المعادلة 6.3. (لاحظ إن كل الكسب وأرقام الضجيج تم تحويله إلى قيم مطلقة) نحصل على:

$$NF = F_1 + \frac{F_2 - 1}{A_1} + \frac{F_3 - 1}{A_1 * A_2}$$

$$NF = 2 + \frac{2-1}{10} + \frac{2-1}{10*10} = 2.11$$

أو 3.24 ديسيبل

إن رقم ضجيج إجمال ي قدره 3.24 ديسيبل يدل على نسبة إشارة إلى الضجيج في مخرج A3 هو أقل بمقدار 3.24 ديسيبل من النسبة على مدخل A1 .

من الواجب وضع رقم الضجيج في الحسبان عند تحديد Cmin يدخل رقم الضجيج في معادلة كسب النظام كفقء مكافئ (شكل أساسي يعادل الكسب في استطاعة الضجيج الإجمالية فقءاً مماثلاً في استطاعة الإشارة)

المثال 6.3.

المطلوب في الشكل عند وجود كسب نظام قدره (122) ديسيبل ورقم ضجيج إجمالي قدره (6.5) ديسيبل واستطاعة ضجيج مدخل قدرها (-104) ديسيبل ونسبة إشارة إلى ضجيج دنيا (S/N) out عند مخرج كاشف التعديل الترددي قدرها (32) ديسيبل ، المطلوب حساب استطاعة الموجة الحاملة الدنيا للمستقبل واستطاعة المرسل الدنيا.

المسألة الثالثة

الحل:

للحصول على نسبة S/N قدرها 32 (ديسيبل من مخرج الكاشف الترددي ، يجب أن تكون النسبة C/N على المدخل) 15 (ديسيبل بالحل نحصل على:

$$\frac{C_{min}}{N} = \frac{C}{N} + NF$$

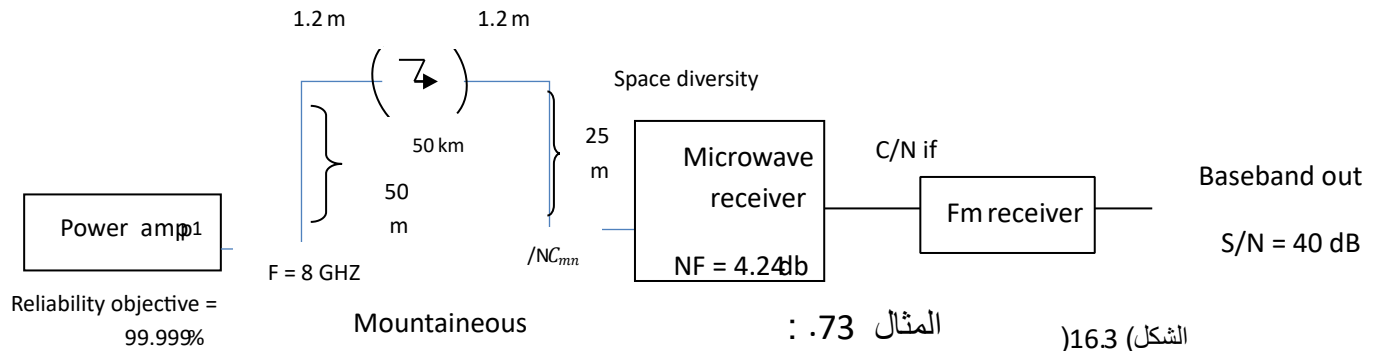
$$= 15dB + 6.5dB = 21.5dB$$

$$C_{min} = \frac{C_{min}}{N} + N$$

$$= 21.5dB + (-104dBm) = -82.5dBm$$

$$p_1 = G_s + C_{min}$$

$$= 112dB + (-82.5dBm) = 29.5dBm$$



And dry terrain Bandwidth = 6.3MHZ

المطلوب في النظام المبين في الشكل (16.3). تحديد

$$C_{min}, \frac{C_{min}}{N}, G_s, P_t$$

الحل:

المعطيات من رسمة :

R=99.99% , A=0.25 Mountaineous

, B=0.125 dry terrain

المسألة الثالثة

$$B=6.3\text{MHZ} , F=8\text{GHZ}$$

$$,LP=50+25 ,D=50 ,NF=4.24,$$

$$\frac{C}{N} = \frac{S}{N} - 17 = 40 - 17 = 24$$

C/N القيمة الدنيا للنسبة pt , Gs , N

عند مدخل المستقبل 23) ديسيبل

$$\frac{C_{min}}{N} = \frac{C}{N} + NF$$

$$= 23\text{dB} + 4.24 \text{ dB} = 27.24$$

Db

بالتعويض بالمعادلة 5.3) :

$$N = -174 \text{ dbm} + 10$$

$$\log B$$

$$= -174 \text{ dBm} + 68 \text{ dB} = -106$$

dBm

$$C_{min} = \frac{C_{min}}{N} +$$

N

$$= 27.24 \text{ db} + (-106 \text{ dBm}) = -78.76$$

dBm

بالتعويض في المعادلة:

$$FM = 30 \log D + 10 \log(6 \text{ ABF}) - 10 \log(1 - R)$$

$$- 70$$

$$FM = 30 \log 50 + 10 \log [(6) (0.25) (0.125) (8)]$$

$$- 10 \log(1 - 0.99999) - 70 =$$

$$32.76 \text{ db}$$

المسألة الثالثة

بالتعويض في المعادلة (3.3) :

$$l_p = 92.4 \text{ dB} + 20 \log F + 20 \log D =$$

$$l_p = 92.4 \text{ dB} + 20 \log 8 + 20 \log$$

$$50 = 92.4 \text{ dB} + 18.06 \text{ dB} + 33.98 \text{ dB} =$$

$$144.44 \text{ dB}$$

من الجدول (1.3).

لان هذا تباين فراغي وحسب الجدول = 2 و ناخذ ارسال + استقبال (2+2) $L_P = 4 \text{ dB}$

من جدول لان التردد 8 فيكون 6.5 , $L_F = 50 + 25 = 75 / 100$

$$L_F = 0.75(6.5 \text{ dB}) = 4.875 \text{ dB}$$

من جدول $A_t = A_r = 37.8 \text{ dB}$

ملاحظة:

يزداد كسب هوائي أو يقلب التناسب مع مربع قطره. بالتعويض في المعادلة (1.13):

$$G_S = FM + L_P + L_F + L_B - A_r - A_t$$

$$G_S = 32.76 + 144.44 + 4.875 + 4 - 37.8 - 37.8 = 110.475 \text{ dB}$$

$$p_t = G_S + C_{min}$$

$$= 110.475 \text{ dB} + (-78.76 \text{ dBm}) = 31.715 \text{ dBm}$$

المسائل

المسألة الثالثة

1. المطلوب حساب استطاعة الضجيج عند مدخل مستقبل له

تردد حامل قدره 4 غيغاهيرتز وعرض مجال 30 ميغاهيرتز؟

$$N = -174 \text{ dBm} + 10 \log B$$

$$N = -174 \text{ dBm} + 10 \log (30 \times 10^6) = -99.2 \text{ dbm}$$

2. احسب الفقد في مسار إشارة ترددها 3.4 غيغاهيرتز تنشر

20 كم؟

$$L_p = 92.4 + 20 \log D + 20 \log F$$

$$L_p = 92.4 + 20 \log 20 + 20 \log 3.4 = 129.65 \text{ db}$$

3. المطلوب تحديد حد الخفوت لمسار اتصال ميكروي قدره 60

كم، التردد الحامل هو 6 غيغاهيرتز، الأرض مستوية جداً

وجافة ومتطلبات الوثوقية هي 99.95%؟

$$FM = 30 \log D + 10 \log (6ABF) - 10 \log (1-R) - 70$$

$$FM = 30 \log 60 + 10 \log (6 \times 4 \times 0.125 \times 6) - 10 \log (1 - 0.995) - 70 = 196.3548 \text{ dB}$$

4. المطلوب حساب استطاعة الضجيج لعرض مجال قدره 20

ميغاهيرتز عند مدخل مستقبل له درجة حرارة ضجيج عند

المدخل قدرها 290 مئوية؟ أولاً درجة الحرارة بالكلفن:

$$563 = 273 + 291$$

5. عند كسب نظام قدره 120 (ديسيبل ونسبة C/N دنيا عند

المدخل وقدرها 30) دي سيبل واستطاعة ضجيج مدخل قدرها

(-115dBm) المطلوب تحديد استطاعة الدنيا للمرسل (Pt)؟

المسألة الثالثة

$$C_{min} = \frac{C_{min}}{N} +$$

$$N$$

$$C_{min} = 30 + (-115) = -85(\text{dBm})$$

$$P_t = G_s + C_{min} = 120 - 85 = 35$$

6-3 المطلوب تحديد مقدار الفقد المقدم لغرض وثوقيه

99.98 % ؟

$$FM = 30 \log(D) + 10 \log(6ABF) - 10 \log(1 - R) - 70$$

7-3 المطلوب تحديد حساسية التضاريس لتردد حامل قدره 4) غيغا هيرتز ينتشر على أرض جبلية جافة جداً ؟

$$FM = 30 \log(D) + 10 \log(6ABF) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$X = 10 \log(6ABF) = 10 \log(6 \times 1 \times 0.125 \times 4) = 4.77$$

.6

8-3 يعمل نظام ميكروي ذو تباين ترددي بتردد حامل قدره 7.4)

غيغاهيرتز. التردد الوسيط هو حامل معدل تردديا ذو عامل تعديل منخفض إشارة الى عصابة القاعدة هي تلك الخاصة بنظام التنضيد بتقسيم الزمن 1800) قناة كما هي موصوفة في الفصل السادس) 564- 8284 كيلو هيرتز (الهوائيات هي هوائيات قطع مكافئ بقطر 4.8) متر.

تبلغ أطوال مغذي الهوائي 150) متر عند محطة و) 50) متر عند محطة أخرى الوثوقية المطلوبة هي 99.999% تنتشر الموجات فوق تضاريس متوسطة ذات مناخ جاف جدا المسافة بين المحطتين 50) ك يلو متر النسبة الدنيا الموجة الحاملة إلى الضجيج عند مدخل المستقبل هي 30) ديسيبل . المطلوب :

المسألة الثالثة

أ- تحديد حد الخفوت - - الفقد في مسار الف ارغ الحر - استطاعة

الضجيج

المعطيات : $F=7.4$, $B=8284-564=7720\text{KHZ}$, $D=50$

$R=0.99999$, $B=0125$, $A=1$, $C_{min}=30$

الفقد الإجمالي للتوزيع وللمغذيات.

$$FM=30\log D+10\log(6ABF)-10\log(1-R)-70$$

$$FM=30\log 50+10\log(6*1*0.125*7.4)-10\log(1-0.99999)-70=38.412\text{ dB}$$

كسب الهوائي : نجد أن كسب الهوائي الذي أبعاده

4 م تر هي 49 ديسبل من الجدول 7

الفقد في مسار الف ارغ الحر :

$$L_p=92.4+20\log 7.4+20\log 50=139$$

82 Db. الفقد الإجمالي للتوزيع والمغذيات: أيضا من الجدول نجد أنه

من أجل نظام تباين ترددي تكون:

$$L_b=3+3=6\text{db}$$

$$B=8284-564=7720\text{ KHZ}$$

$$N[\text{dBm}]=-174\text{dBm}+10\log 7720*10^3=-75.12\text{ [dBm]}$$

$$GS=LP+LB+LF+FM-AT-AR=102.27\text{dB}$$

استطاعة الضجيج:

حساب الاستطاعة الدنيا وكسب النظام:

$$P_t=GS+C_{min}=27.15\text{ dBm}$$

9-3 المطلوب تحديد رقما لضجيج الإجمالي لمستقبل له

مضخمات التردد الراديوية لكل منها رقم ضجيج قدره (6) ديسبل

المسألة الثالثة

وكسب قدره **10** (ديسبل ومازج لتخفيض التردد له رقم ضجيج)

10 (ديسبل وكسب

تحويل **conversion gain** قدره **6**- (ديسبل وكسب تردد

وسيط قدره **40** (ديسبل له رقم ضجيج **6** (ديسبل ؟

$$NF = F_1 + \frac{F_2 - 1}{A_1} + \frac{F_3 - 1}{A_1 * A_2}$$

$$NF = 6 + \frac{10 - 1}{10} + \frac{6 - 1}{10 * 10} = 6.8 \text{dB} \cong 7 \text{dB}$$

3-10 لمستقبل ميكرو باستطاعة ضجيج مدخل قدرها **-102dBm**

(ورقم ضجيج إجمالي **(4)** (ديسبل من أجل نسبة موجة حاملة إلى

ضجيج قدرها **(20)** (ديسبل عند مدخل الكاشف الترددي ؟ المطلوب

تحديد استطاعة الموجة الحاملة الدنيا عند الاستقبال.

$$\frac{C_{min}}{N} = \frac{C}{N} + NF = 20 + 4 = 24 \text{dB}$$

$$C_{min} = \frac{C_{min}}{N} + N = 24 + (-102) = -78 \text{dBm}$$

المسألة الأولى:

لدينا نظام اتصالات فضائية فيه استطاعة الإرسال الإجمالي (Pt) هي

(1000) وات فالمطلوب تحديد قدرة البي ت [dBW] Eb عند سرعة

إرسال (50) mb/s.

الحل:

المعطيات : f=50 , Pt=1000

بالتعويض في المعادلة

$$E_b = P_t \cdot T_b = P_t / F_b$$

المسألة الثالثة

وهكذا فإن:

$$E_b = 10 \log (50 \times 10^6) - 10 \log (1000)$$

$$= 30 \text{ dBW} - 77 \text{ dB} = -47 \text{ dBW} / \text{bps}.$$

المسألة الثانية:

لمرسل محطة أرضية استطاعة مخرج قدرها 10000 watt وفقد تراجع 3dB وفقد مغذي 3dB وكسب هوائي 40 dB .

المطلوب:

تحديد الاستطاعة الفعلية المشعة (EIRP) .

الحل:

المعطيات : $P_t = 10000$, $L_{bo} = 3$, $L_{bf} = 3$, $A_t = 40$

$$EIRP = P_t + A_t - L_{bo} - L_{bf}$$

حيث P_t : الاستطاعة الفعلية لمخرج المرسل [dBW]

L_{bo} : فقد التراجع لمضخم الاستطاعة [dB].

L_{bf} : الفقد الإجمالي للمغذي و للموزع.

A_t : كسب هوائي الإرسال [dB] .

$$P_t (\text{dBW}) = 10 \log 10000 = 40 \text{ dBW} .$$

$$EIRP = 40 \text{ dBW} + 40 \text{ dB} - 3 \text{ dB} - 3 \text{ dB} = 74 \text{ dBW}$$

المسألة الثالثة

المطلوب تحويل رقمي الضجيج 4 و 4.01 الى درجة حرارة ضجيج مكافئة.

لتكن درجة حرارة البيئة هي (300) كلفن

الحل:

المعطيات NF=4 , 4.01 , T=300

$$NF = 4$$

$$Te = T (NF - 1) = 300 (4 - 1) = 900 K$$

$$NF = 4.01$$

$$Te = 300 (4.01 - 1) = 903 K$$

نلاحظ أن farkاً بدرجة الحرارة المكافئة بمقدار (3) هو (300) مرة أكبر من fark بين رقمي الضجيج وبالنتيجة فإن درجة الحرارة المكافئة للضجيج هي طريقة أكثر دقة في مقارنة أداء الضجيج لجهازي الاستقبال.

المسألة الرابعة:

المطلوب من أجل مجال الضجيج المكافئ (10) MHz واستطاعة ضجيج عظمى 0.0276. تحديد كثافة الضجيج [dBW/Hz] ودرجة حرارة الضجيج المكافئة.

الحل:

المعطيات : B=10 , N=0.0276

تعطى علاقة الضجيج بالعلاقة التالية:

$$No = \frac{N}{B} = K \cdot Te$$

المسألة الثالثة

حيث:

No : كثافة الضجيج [W/ Hz] . N

: عامل استطاعة الضجيج (W) .

B : عرض المجال [Hz] .

K : ثابت بولتزمان.

Te : درجة حرارة الضجيج المكافئة بالكلفن.

بالتعويض نجد أن:

$$N_o = \frac{N}{B} = \frac{276 \cdot 10^{-12}}{10 \cdot 10^6} = 276 \cdot 10^{-23} [\text{W/Hz}]$$

لو غار يتمياً نجد أن :

$$N_o = 10 \log(276 \cdot 10^{-23}) = -205.6 [\text{dBW/Hz}]$$

المسألة الثالثة

درجة الحرارة المكافئة: مباشرة:

$$Te [dBK] = No [dBW] - 10 \log K$$

$$= -205.6 \text{ dBW} - (-228.6 \text{ dBWK}) = 23 \text{ dBK}$$

المسألة التاسعة:

يبلغ في مقوي تابع صناعي كسب هوائي الاستقبال 22dB و يبلغ كسب المضخم ذي الضجيج المنخفض 10dB و ذي درجة حرارة ضجيج مكافئة قدرها 22dB مكافئة قدرها 22dBk و⁻¹المطلوب:

تحديد نسبة الكسب إلى درجة حرارة الضجيج المكافئة.

الحل:

تعطى علاقة الكسب إلى درجة حرارة الضجيج المكافئة وفق ما يلي:

$$\frac{G}{Te} [dBK^{-1}] = Ar[db] + A_{LAN}[db] - Tr[dbK^{-1}]$$

$$= 22 \text{ dB} + 10 \text{ dB} - 22 \text{ dBK}^{-1} = 10 \text{ dBK}^{-1}$$

المسألة العاشرة:

المطلوب إتمام موازنة الوصلة لنظام تابع صناعي له الثوابت التالية:

- الوصلة الصاعدة:

$$Pt = 2000 \text{ W} \quad -1$$

$$Lb = 3 \text{ dB} \quad -2$$

$$Lf = 4 \text{ dB} \quad -3$$

$$-4 \text{ كسب هوائي إرسال المحطة الأرضية } 64 \text{ dB من الشكل المرفق}$$

$$-5 \text{ الفقد الإضافي الجوي للوصلة الصاعدة } 0.6 \text{ dB}$$

$$-6 \text{ الفقد في مسار الفضاء الحر عند } 14 \text{ GHz هو } 206.5 \text{ dB}$$

$$-7 \text{ النسبة } G/Te \text{ لمستقبل التابع الصناعي } -5.3 \text{ dBK}^{-1}$$

$$-8 \text{ فقد المغذي و الموزع في التابع الصناعي } 0 \text{ dB}$$

$$-9 \text{ سرعة البت } Fb = 120 \text{ Mbps}$$

$$-10 \text{ نمط التعديل ثنائي الأطوار}$$

- الوصلة الهابطة:

- a استطاعة مخرج مرسل التابع الصناعي عند الإشباع 10 W
- 1- الفقد التراجعي للتابع الصناعي 0.1 dB
 - 2- فقد المغذي و الموزع في التابع الصناعي 0.5 dB
 - 3- كسب هوائي إرسال التابع الصناعي من الشكل المرفق لقطر 0.37 m و تردد 12GHz هو 3.08 dB
 - 5- الفقد الجوي الإضافي للوصلة الهابطة 0.4 dB
 - 6- الفقد الجوي في مسار الفضاء الحر من الشكل المرفق عند 12GHz هو 6.205 dB
 - 7- كسب هوائي استقبال المحطة الأرضية 12 m , 15 m (هو 62 dB) Ghz
 - 8- فقد مغذي المحطة الأرضية و موزعها 0 dB
 - 9- درجة حرارة الضجيج المكافئ للمحطة الأرضية 270° K
 - 10- نسبة G/Te للمحطة الأرضية 37.7 dBk⁻¹
 - سرعة البت 120 Mbps
 - 12- نمط التعديل ثماني الأطوار

الحل:

موازنة الوصلة الصاعدة: لو غارتمياً للمحطة الأرضية

$$EIRP = P_t + A_t - L_{bo} - L_{bf}$$

$$= 33 \text{ dBw} + 64 \text{ dB} - 3 \text{ dB} - 4 \text{ dB} = 90 \text{ dBw}$$

استطاعة الموجة الحاملة عند هوائي التابع الصناعي

$$\dot{C} = EIRP (\text{للمحطة الأرضية}) - L_p - L_u$$

$$= 90 \text{ dBw} - 206.5 - 0.6 \text{ dB} = -117.1 \text{ dBw}$$

نسبة C/No عند التابع الصناعي

$$\frac{C}{No} = \frac{C}{K * T_e} = \frac{C}{T_e} * \frac{1}{K}$$

لو غارتمياً :

$$\frac{C}{No} [db] = C' [dBW] + \frac{G}{Te} [dBK^{-1}] - 10 \log(K)$$

$$\frac{C}{No} = -117.1 + (-5.3 dBK^{-1}) - (-228.6 dBW) = 106.2 db$$

$$\frac{Eb}{No} [db] = \frac{C}{No} [db] - 10 \log Fb$$

$$\frac{Eb}{No} [db] = 106.2 db - 10 \log(120 * 10^6) = 25.4 db$$

$$\frac{c}{N} = \frac{Eb}{No} - \frac{B}{Fb} = 25.4 - 10 \log \frac{40 * 10^6}{120 * 10^6} = 30.2 db$$

و هكذا

و لنظام ذي مجال اصغري يكون:

موازنة الوصلة الهابطة:

لو غارتمياً

$$(EIRP = Pt + At - Lbo - Lbf)$$

$$= 10 dBw + 30.8 dB - 0.1 dB - 0.5 dB = 40.2 dBw$$

استطاعة الموجة الحاملة عند هوائي المحطة الأرضية:

$$\dot{C} = EIRP [dBw] - Lp [dB] - Ld [dB]$$

$$= 40.2 dBw - 205.6 dB - 0.4 dB = -165.8 dBw$$

نسبة C/No عند مستقبل المحطة الأرضية

$$\frac{C}{No} = \frac{C}{K * Te} = \frac{C}{Te} * \frac{1}{K}$$

لو غارتمياً :

$$\frac{C}{No} [db] = C' [dBW] + \frac{G}{Te} [dBK^{-1}] - 10 \log(K)$$

$$\frac{C}{No} = -165.8 dBW + (37.7 dBK^{-1}) - (-228.6 dBW) = 100.5 db$$

و كطريقة أخرى للحل بالنسبة لـ C/No

$$\frac{Eb}{No} [db] = \frac{C}{No} [db] - 10 \log Fb$$

$$\frac{Eb}{No} [db] = 100.5db - 10 \log(120 * 10^6) = 19.7db$$

$$\frac{c}{N} = \frac{Eb}{No} - \frac{B}{Fb} = 19.7 - 10 \log \frac{40 * 10^6}{120 * 10^6} = 24.5db$$

من أجل نظام ذي عرض مجال اصغري

$$\frac{Eb}{No} (Total) = \frac{\left(\frac{Eb}{No}\right)_u * \left(\frac{Eb}{No}\right)_d}{\left(\frac{Eb}{No}\right)_u + \left(\frac{Eb}{No}\right)_d}$$

حيث : $(Eb/No)_u$ للوصلة الصاعدة

$(Eb/No)_d$ للوصلة الهابطة

بالتعويض نجد أن:

$$\frac{Eb}{No} (Total) = \frac{(346.7) * (93.3)}{(346.7) + (93.3)} = 73.5$$

لو غارتمياً :

$$= 10 \log 73.5 = 18.7 \text{ dB}$$

المسألة الحادية عشرة:

إذا كان عامل الضجيج $Nf=1.1 \text{ dB}$ فأوجد درجة حرارة الضجيج المكافئة Te

الحل:

لدينا درجة حرارة الضجيج المكافئة تعطى بالعلاقة:

$$T_e = (N_F - 1)T_o$$

$$N_F = 1 + \frac{T_e}{T_o}$$

و باعتبار أن $T_o = 290^\circ \text{ K}$ فإن:

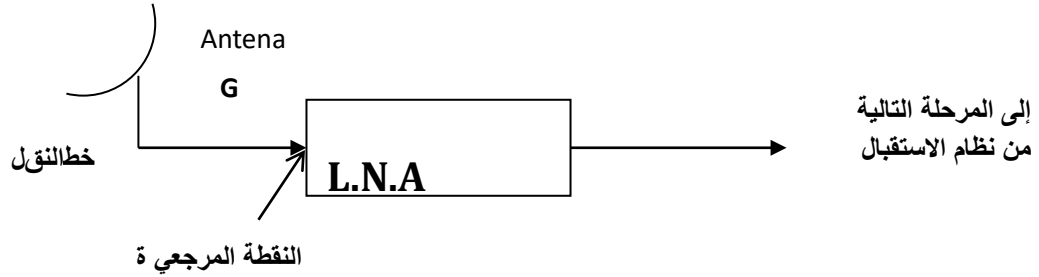
$$1 + \frac{T_e}{290} = \log^{-1} 0.11 = 1.29$$

و بالتعويض نجد أن:

$$T_e = (1.29 - 1) \cdot 290 = 84.1^\circ \text{ K}$$

المسألة الثانية عشرة:

يبين الشكل التالي مخططاً صندوقياً لجزء من نظام استقبال :



و المطلوب:

- 1- استخراج علاقة C عند دخل LNA مقدرة بـ dBW .
- 2- استخراج علاقة N_o للنظام .
- 3- إذا كانت درجة حرارة ضجيج النظام $T(\text{system}) = 84.1 \text{ K}$ عنده احسب N_o .

الحل:

1- إن C هي مستوى الإشارة المستقبلية ويرمز لها بـ RSL (و لدينا:

$$N_o = K.T$$

$$\frac{C}{N_o} = \frac{C}{K * T_e}$$

و بالرجوع إلى الشكل أعلاه نرى أنه إذا كان معلوماً لدينا مستوى الإشارة الواصلة المكافئة على الهوائيين والتي نسميها مستوى الاستقبال الأيزوتروبي (IRL) نكتب عندها:

$$) IRL(dBw = EIRP-FSL$$

حيث: FSL الضياع في الفضاء الحر.

عندئذ إن مستوى الإشارة المستقبلية (أو) C) عند مدخل LNA

$$C(dBw) = IRL(dBw) + Gant(dB) - LL(dB)$$

حيث: LL ضياعات الخط بالديسبل وهذه الضياعات هي مجموع ضياعات دليل الموجة أو خط النقل و ضياعات المغذي وأيضاً ضياعات القارن الاتجاهي أي مجموع الضياعات الناتجة من العناصر.

2- علاقة N_o :

$$N_o = K.T$$

$$N_o = -228.6 \text{ dBw} + 10 \log (T_{sys})$$

حيث: -228.6 dBw هي قيمة نظرية لمستوى الضجيج بالـ dBw للمستقبل المثالي و الذي عامل ضجيجه يساوي الواحد .

T_{sys} : ضجيج النظام) الاستقبال) أي درجة حرارة الضجيج المكافئة لنظام الاستقبال.

$$N_o = -228.6 \text{ dBw} + 10 \log 84.1 \quad -3$$

$$= -228.6 + 19.25 = -209.35 \text{ dBw}$$

المسألة الثالثة عشرة:

المسألة الثالثة

إذا كان معلوماً لدينا قيمة $IRL = -155 \text{ dBw}$ من التابع . وأن المحطة الأرضية لها هوائي استقبال ربح 47 dB و الضياعات الناتجة عن مغذي الهوائي 0.1 dB و ضياعات مرشد الموجة 1.5 dB و ضياعات الرابط الاتجاهي 0.2 dB و ضياعات مرشح التمرير

0.3 dB ودرجة حرارة ضجيج النظام هي 117°K عندها احسب النسبة $\frac{C}{No}$ للنظام .

الحل:

– حساب C :

$$\begin{aligned} C(\text{dBw}) &= IRL(\text{dBw}) + G_{ant}(\text{dB}) - \sum L_{loses} \\ &= -155(\text{dBw}) + 47(\text{dB}) - 0.1(\text{dB}) - 1.5(\text{dB}) - 0.2(\text{dB}) - 0.3(\text{dB}) \\ &= -110.1(\text{dB}) \end{aligned}$$

– حساب No :

$$\begin{aligned} No &= -228.6(\text{dBw}) + 10 \log(T_{sys}) \\ &= -228.6(\text{dBw}) + 10 \log(117) = -207.92(\text{dBw}) \end{aligned}$$

– حساب $\frac{C}{No}$:

$$\frac{C}{No}(\text{dB}) = C(\text{dBw}) - No(\text{dBw})$$

$$\frac{C}{No} = 110.1(\text{dBw}) - (-207.92)\text{dBw} = 97.82(\text{dB})$$

المسألة الرابعة عشرة:

محطة أرضية للاتصالات عبر الأقمار الصناعية لها هوائي زاوية ارتفاعه 10° و بفرض أن الجو صافي و تركيز بخار الماء في الجو $39/\text{m}^3$ و الضياعات فيها كما يلي:

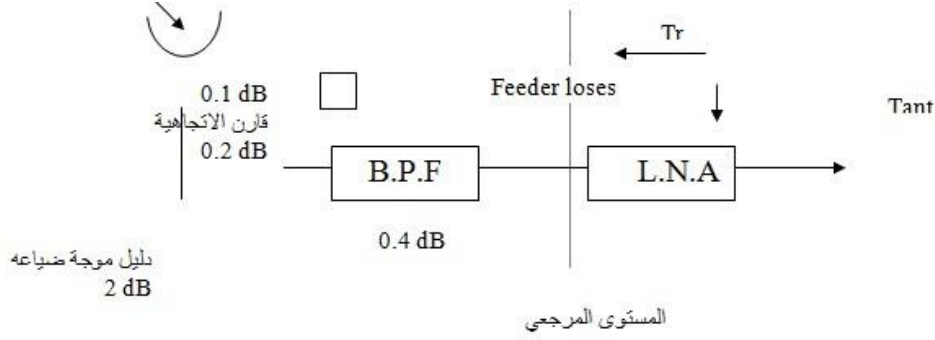
– ضياعات دليل الموجة 2 dB .

– ضياعات المغذي 0.1 dB .

– ضياعات الاتجاهية 0.2 dB .

– ضياعات مرشح التمرير 0.4 dB .

حيث أن جميع الضياعات السابقة هي أقل من المستوى المرجعي للمكبر L.N.A و التردد العامل 12 GHz . و المطلوب حساب درجة حرارة ضجيج الهوائي.



الحل:

إن درجة حرارة ضجيج الجو T_{sky} من الجداول و المنحنيات وذلك من أجل زاوية ارتفاع 10° وتردد 12 GHz وتركيز بخار الماء $39/m^3$ عندها نجد أن $T_{sys}=19^\circ K$.

إن مجموع الضياعات إلى ما قبل المستوى المرجعي L.N.A

$$L=0.1dB+2\text{ dB}+0.2\text{ dB}+0.4\text{ dB}=2.7dB$$

$$L=2.7dB \Leftrightarrow L=1.86 \text{ كنسبة}$$

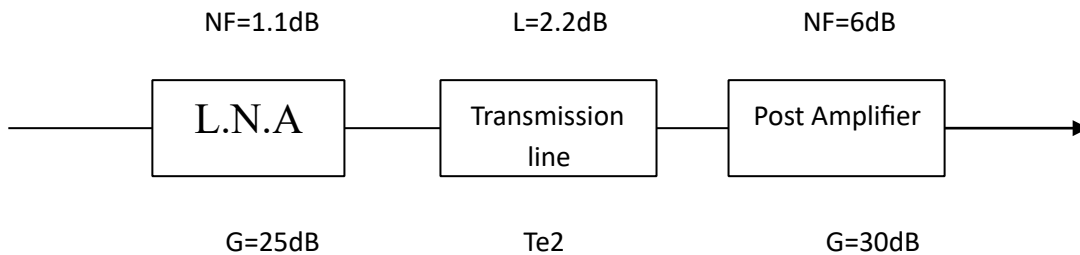
نحسب T_{ant} من العلاقة التالية:

$$T_{ant} = \frac{(L-1)290 + T_{sky}}{L}$$

$$= \frac{(1.86-1)290 + 19}{1.86} = 144.3K$$

المسألة الخامسة عشرة:

أوجد درجة حرارة ضجيج نظام الاستقبال (T_r) بالنسبة للمراحل الثلاث الأولى من نظام الاستقبال . حيث المرحلة الأولى مكبر LNA ذات عامل ضجيج 1.1dB وربح 25dB و المرحلة الثانية خط نقل ضياعه 2.2dB , و المرحلة الثالثة والأخيرة مكبر راديوي ذو ضجيج 6dB و ربح 30 dB . كما هو مبين بالشكل التالي) حيث $T_o=290^\circ K$



Te1

Te3

الحل:

1) نحول عوامل الضجيج إلى درجات حرارة مكافئة, حيث:

$$NF = 10 \log\left(\frac{NF}{10}\right)$$

$$1-TE = (NF-1)T_0$$

$$10 \log\left(\frac{1.1}{10}\right) 290 = 8.36 \circ K$$

$$2-TE = (NF-1)T_0$$

$$10 \log\left(\frac{2.2}{10}\right) 290 = 864.5 \circ K$$

لحساب درجة حرارة الضجيج لخط النقل ذو الضياع 2.2dB حيث يتم تحويلها إلى نسبة:

$$L = 2.2 \text{ dB} = 10 \log\left(\frac{2.2}{10}\right) = 1.66$$

ومنه نكتب:

$$Te = (L-1)T_0$$

$$= (1.66-1) 290 = 191.3^\circ K$$

و باستخدام العلاقة التالية نجد أن:

$$TR = TR_1 + \frac{TR_2}{G_1} + \frac{TR_3}{G_1 G_2}$$

$$TR = 83.6 + \frac{191.3}{316.2} + \frac{864.5}{316.2 * \frac{1}{1.66}}$$

$$TR = 83.6 + 0.605 + 4.53 = 88.735 \text{ } \square K$$

المسألة السادسة عشرة:

تردد الوصلة الهابطة Down Link للقمر الصناعي هو 21.5 GHz عندها احسب $\frac{G}{T}$ عند النهاية العاملة مع هذا التابع. حيث أن المستوي المرجعي مأخوذ عند دخل L.N.A. الهوائي قطره 3 Feet وله ربح إجمالي 44dB. ويوجد دليل موجة Wave guide طوله 2 Feet و ذو عامل ضياع $\frac{dB}{Ft}$ 0.2 وللمغذي ضياع يساوي 0.1dB ومرشح B.P.F ذو ضياع

0.4dB و ضياع إشعاعات خارجية يساوي 1dB, و إن مكبر L.N.A له عامل ضجيج 5dB و ربح 30dB وهو متصل مباشرة مع مبدل تردد منخفض إلى متوسط ذو عامل ضجيج 13dB (متصل مباشرة Down conv/IF ذات عامل ضجيج 13dB).

(ملاحظة:) عند تردد 21.56 GHz وعند زاوية ارتفاع للهوائي 10° تكون $T_{sky} = 63^\circ K$ من المنحنيات.)

الحل:

المعطيات: ضياعات 0.1, 0.2, 0.4, 1

NF1=5, NF2=13, F=21.5, Gant=44, G1=30

نحسب أولاً الربح الصافي Gnet عند مدخل L.N.A (المستوى المرجعي)

$$G_{net} = G_{ant} - \text{Loses}$$

$$= 44 - 1\text{dB} - 0.1\text{dB} - 0.4\text{dB} - 0.4\text{dB}$$

$$= 42.1\text{ dB}$$

أن هذه القيمة لـ G هي التي نستخدمها عند حساب $\frac{G}{T}$ بعد ذلك ثانياً

نحسب درجة حرارة

الضجيج المكافئة:

إن مجموع الضياعات

$$L = 1\text{dB} + 0.1 + 0.4 + 0.4 = 1.9\text{dB}$$

وبأخذه كنسبة:

$$L=1.9\text{dB} \Rightarrow 10\log \frac{1.9}{10} \quad L=1.55$$

$$T_{\text{ant}} = \frac{(L-1)290 + T_{\text{sky}}}{L} = \frac{(1.55-1)290 + 63}{1.55}$$

$$= 143.55^\circ \text{K}$$

حساب TR :

$$TR = T_{e1} + \frac{T_{e2}}{G_1} + \frac{T_{e3}}{G_1 G_2} + \dots$$

$$NF = 10 \log\left(\frac{NF}{10}\right)$$

$$1) T_{e1} = (NF_1 - 1)290 \Rightarrow T_{e1} = (5 - 1)290 = 627^\circ \text{K}$$

$$2) T_{e1} = (NF_2 - 1)290 \Rightarrow T_{e1} = (13 - 1)290 = 5496^\circ \text{K}$$

ومنه نجد أن TR تساوي:

$$TR = 627 + \frac{5496}{1000} = 632.5^\circ \text{K}$$

إن درجة حرارة النظام Tsys تعطى وفقاً للعلاقة التالية :

$$T_{\text{sys}} = T_{\text{ant}} + TR = 143.55 + 632.5 = 776.05^\circ \text{K}$$

الآن نحسب $\frac{G}{T}$ من العلاقة:

$$\frac{G}{T} = G_{\text{dB}} - 10\log T_{\text{sys}} = 42.1 - 10\log(776.05^\circ \text{K})$$

$$= 13.2 \text{ dB/K}$$

— — — — —