

# المحاضرة التاسعة

## عناصر وصلة القمر

د عثمان محمد دفع الله  
أستاذ مشارك جامعة كرري

# مقدار موهن الضوضاء والضوضاء الحرارية

- إذا تم وضع موهن للقدرة من النوع resistive في المنظومة فإن الفقد الذي يحدث للقدرة بين الدخل والخرج هو

$$P_{o/p} = P_{i/p} / L = GP_{i/p}$$

$$G = 1/L$$

# مقدار موهن الضوضاء والضوضاء الحرارية

- إذا كان درجة حرارة المنظومة هي  $T_s$  فإن

$$P_{o/p} = kT_s B$$

$$T_{eff} = \frac{N_{sys}}{GkB}$$

$$P_{o/p} = GkT_s B + GkT_{eff} B = GkB(T_s + T_{eff})$$

$$P_{o/p} = \frac{kB(T_s + T_{eff})}{L}$$

$$kB \frac{kB(T_s + T_{eff})}{L}, T_{eff} = T_s(L-1)$$

# مقدار موهن الضوضاء والضوضاء الحرارية

- هوائي المحطة الأرضية يعتبر مصدراً للضوضاء وذلك من خلال الهوائي الموجه وبتأثير الشمس والنجوم وكذلك من الحزم الجانبية للهوائي من المحطات الأرضية الأخرى
- درجة حرارة الهوائي  $T_a$  تعطي بالآتي

$$T_a = (P_a / kB) \text{ kelvin}$$

- أيضاً تأثير ضوضاء المغذي للهوائي يجب أخذها في الاعتبار ومن ذلك فإن درجة حرارة الضوضاء للمنظومة تعطي بالآتي

# مقدار موهن الضوضاء والضوضاء الحرارية

$$T_s = \frac{T_a}{L} + \frac{(L-1)}{L} T_f + T_1 + \frac{T_2}{G_1} + \frac{T_3}{G_1 G_2} \text{ kelvin}$$

• حيث:-

$T_s$  : درجة حرارة المنظومة

$T_a$  : درجة حرارة الهوائي

$T_f$  : درجة حرارة المغذي

$L$  : مقدار فقد المؤهن

$G_1, T_1$  : درجة حرارة وكسب مرحلة RF للمستقبل

$G_2, T_2$  : درجة الحرارة وكسب مرحلة D/C

$T_3$  : درجة حرارة مرحلة IF للمستقبل

# مقدار موهن الضوضاء والضوضاء الحرارية

• يمكن كتابة القدرة المستلمة بدلالة  $C/N$

$$\frac{C}{N} = \frac{P_T G_T G_R}{k T_s B} \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 = \frac{P_T G_T}{kB} \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \frac{G_R}{T_s}$$

$$EIRP = P_T G_T$$

$$L_p = (4\pi d / \lambda)^2$$

$$\frac{C}{N} = \frac{EIRP}{L_p} \left( \frac{G_R}{T_s} \right) \frac{1}{kB}$$

# مقدار موهن الضوضاء والضوضاء الحرارية

- حيث  $G_R/T_s$  يعرف بمخطط مرت ويعرف علي أنه مقدرة المحطة الأرضية لاستقبال الإشارات من القمر

# تشوه تداخل التعديل distortion

- أي مكبر قدرة عندما يقترب من مرحلة التشبع ينتج علاقة لا خطية بين قدرة الدخل والخرج
- يمكن أن يعبر عن هذه العلاقة اللاخطية بالسلسلة الآتية

$$V_o = aV_1 + bV_1^3 + cV_1^5$$

● حيث:-

$V_o$  : فولتية الخرج

$V_1$  : فولتية الدخل



# تشوه تداخل التعديل Intermodulation distortion

$$V_1 = \sum_{i=1}^n V \cos w_i t$$

• حيث :-

n : عدد من النواقل المتساوية

a,b,c : ثوابت

• نفرض أن  $f_3, f_2, f_1$  عبارة عن النواقل كذلك نفرض أن قدرة الدخل

$$P_1 = nV^2/2 \text{ watts}$$

د عثمان محمد دفع الله  
أستاذ مشارك جامعة كرري

# تشوه تداخل التعديل Intermodulation distortion

- بالتعويض في المعادلة أعلاه نجد ان

$$V = a \sqrt{\frac{2P_1}{n}} \left( 1 + 3 \frac{b}{a} P_1 + 15 \frac{c}{a} P_1^2 + \dots \right)$$

- مطال تداخل التعديل الناتج من  $(2f_1 - f_2)$  هي :-

$$I_{n1} = \frac{3b}{4} \left( \frac{2P_1}{n} \right)^{3/2} \left[ 1 + \frac{2c}{3b} \frac{P_1}{n} (12.5 + 15(n-2)) + \dots \right]$$

$$I_{n1} = (3b/4) (2P_1/n)^{3/2}$$

# تشوه تداخل التعديل Intermodulation distortion

- محصلة مطال تداخل التعديل للتردد  $(f_1 + f_2 - f_3)$

$$I_{n2} = \frac{3b}{2} \left( \frac{2P_1}{n} \right)^{3/2} \left[ 1 + \frac{10cP_1}{bn} (1.5 + (n-3)) + \dots \right]$$

- المعادلة أعلاه يتم اختصارها إلي

$$I_{n2} = (3b/2)(2P_1/n)^{3/2}$$

- $(2f_1 - f_2)$  بالنسبة ل  $N = (n-2)/2$

- $(f_1 + f_2 - f_3)$  بالنسبة ل  $N' = (n-2)(3n-4)/8$

# تشوه تداخل التعديل Intermodulation distortion

$$(C/I)_n = V^2 / (NI_{n1}^2 + N'I_{n2}^2)$$

$$(C/I)_n = \frac{4n^2 \left( \frac{a}{b} \right) \left( 1 + 3 \frac{b}{a} P_1 + 15 \frac{c}{a} P_1^2 + \dots \right)^2}{9P_1^2 (N + 4N')}$$

# تشوه تداخل التعديل Intermodulation distortion

- بالتعويض عن قيم  $N, N'$  في المعادلة أعلاه نجد أن

$$\left(\frac{C}{I}\right)_n = \frac{8n^2 \left(\frac{a}{b}\right)^2 \left(1 + 3\frac{b}{a}P_1 + 15\frac{c}{a}P_1^2 + \dots\right)^2}{9P_1^2(n-1)(n-2)} \dots\dots(5)$$

- نعوض عن قيمة  $n = 2$  لإيجاد النسبة  $\frac{a}{b}$

$$\frac{a}{b} = 0.75P_1 \left[ \sqrt{\left(\frac{C}{I}\right)_2} - 3 \right]$$

# تشوه تداخل التعديل Intermodulation distortion

- نعوض عن قيمة  $a/b$  في المعادلة (5) لنحصل علي

$$\left(\frac{C}{I}\right)_n = \frac{n^2}{6(n-1)(n-2)} \left[ \sqrt{\left(\frac{C}{I}\right)_2} + \left(\frac{n-2}{n}\right) \right]^2$$

$$n \rightarrow \infty$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_\infty = \frac{1}{6} \left[ \left(\frac{C}{I}\right)_2 + 1 \right]^2$$

# تشوه تداخل التعديل distortion

- لتجنب تأثير توهين تداخل التعديل بأن تعمل مكبرات القدرة بمستوي أقل من مرحلة التشبع
- أيضاً هنالك تشوه ناتج عن تداخل تعديل نتيجة لتحويل من تعديل مطالي إلي طوري
- عدد من مكبرات القدرة العالية TWTA ينتج عنها تعديل طوري لإشارة الدخل وهو دالة في مربع الغلاف لإشارة الدخل
- ونتيجة لذلك يحدث تغير في المطال حتي إذا كان المطال ثابت مثل FSK, PSK

# تشوه تداخل التعديل Intermodulation distortion

- التحويل من AM إلى PM ينتج عنه نطاق من الترددات غير مرغوب فيها
- التعديل الطوري الناتج عند خرج مكبر القدرة  $\theta(t)$  يعطي بالعلاقة الآتية

$$\theta(t) = aV^2(t) + b(V^2(t))^2 + c(V^2(t))^3 + \dots$$

- إذا كانت إشارة الدخل  $V_1(t)$  تحتوي على  $n$  من النواقل فإن

$$V_i(t) = \sum_{i=1}^n V_i \cos(\omega_i t + \phi_i(t)) = \sum_{i=1}^n V_i \cos \omega_i(t) = V(t) \cos \omega_o(t)$$



# تشوه تداخل التعديل Intermodulation distortion

$$V(t) = \left[ \sum_{i=1}^n V_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} \left[ 1 + \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n V_i V_k \cos(\omega_i(t) - \omega_k(t))}{\sum_{i=1}^n V_i^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$V(t) = \left[ \sum_{i=1}^n V_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} \left[ 1 + \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n V_j V_k \cos(\omega_j(t) - \omega_k(t))}{\sum_{i=1}^n V_i^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

د عثمان محمد دفع الله  
أستاذ مشارك جامعة كرري

# تشوه تداخل التعديل Intermodulation distortion

• حيث  $V(t)$  هو غلاف الدالة  $V_i(t)$