Lec-3-

stability by Nyquist criterion

ملاحظات تلخص الطريقة Nyquist

* تعتبر طريقة Nyquist الطريقة الثانية لتحديد استقرارية المنظومة C.L.T.F اعتماداً على O.L.T.F=GH

* هذه الطريقة تتضمن الخطوات التالية

① يتم رسم Polar plot بنفس الخطوات السابقة الطريقة (method polar)

② يتم رسم صورة معكوسة لرسم Polar

③ يتم ملاحظة النقطة (-1+0j) اذا كانت محاطة بمسار مغلق او لا ويتم استخدام القانون التالي لتحديد استقرارية المنظومة C.L.T.F

قانون $Z = P + N$

- Z: عدد الـ zero التي تقع بالجانب الايمن
- P: عدد الـ pole الخاصة GH التي تقع بالجانب الايمن
- N: عدد المسارات التي تحيط النقطة $-1+0j$

حتى تكون المنظومة C.L.T.F مستقرة يجب ان تكون $Z=0$

* N (عدد الاحاطات) اذا كانت الاحاطة باتجاه عقرب الساعة تكون الاشارة موجبة واذا كانت الاحاطة عكس عقرب الساعة تكون الاشارة سالبة

* لتوضيح خطوات Nyquist نأخذ المثال التالي (EX 2 من محاضرة رقم 3)

Ex: (problem 7.2) Comment on the stability of the system whose O.L.T.F $= \frac{1}{s(2s+1)(s+1)}$

<u>sol</u>

* يتم حل السؤال بنفس خطوات طريقة Polar ويضاف لها خطوة رسم الصورة وحساب قانون Z وكما يلي

$$O.L.T.F = G(j\omega)H(j\omega) = \frac{1}{j\omega(2j\omega+1)(j\omega+1)}$$

$$|G(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{\omega^2} * \sqrt{1+(2\omega)^2} * \sqrt{1+\omega^2}} = \frac{1}{\omega * \sqrt{1+4\omega^2} * \sqrt{1+\omega^2}}$$

Φ = مجموع زوايا البسط − مجموع زوايا المقام

$$= 0 - \left(90 + \tan^{-1}\frac{2\omega}{1} + \tan^{-1}\frac{\omega}{1}\right)$$

لا يوجد زوايا بالبسط

زاوية s او (jw)

زاوية الحد (2jw+1)

زاوية الحد (jw+1)

$$GH(j0) = \frac{1}{0(1+2*0)(1+0)} = \infty \angle -90$$

تم الحصول عليها بتعويض Zero هنا Φ

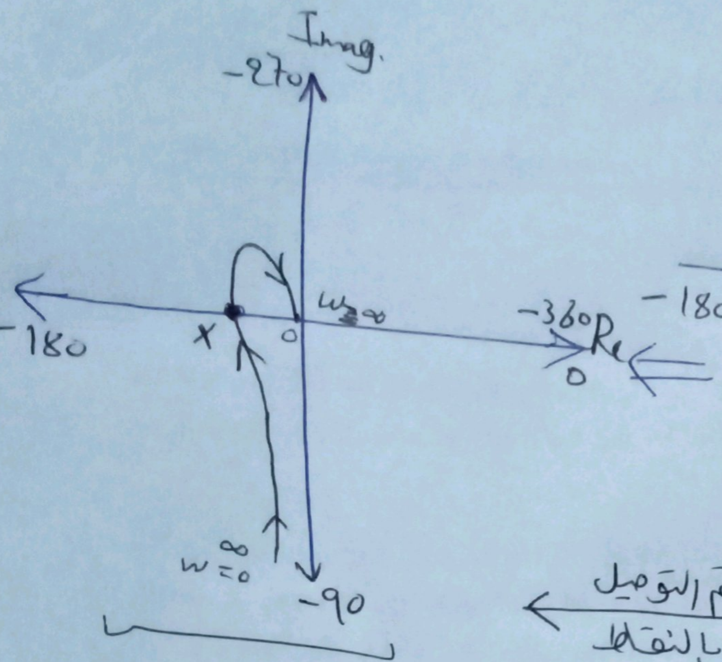
تعويض Zero بمعادلة O.L.T.F او معادلة M

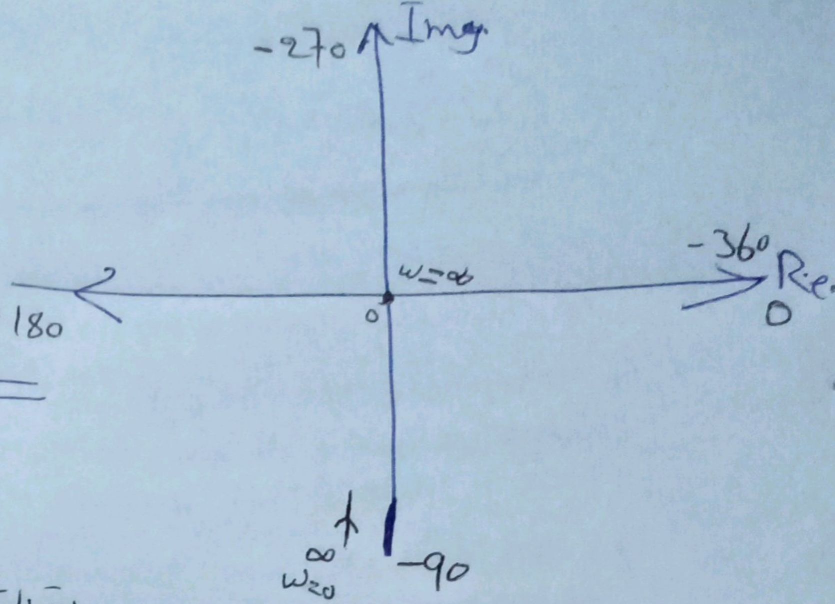
$$GH(\infty j) = \frac{1}{\infty(1+2*\infty)(1+\infty)} = 0 \angle -270^\circ$$

دائما نقطة النهاية تكون صفر

تم الحصول عليها بتعويض ∞ هنا Φ

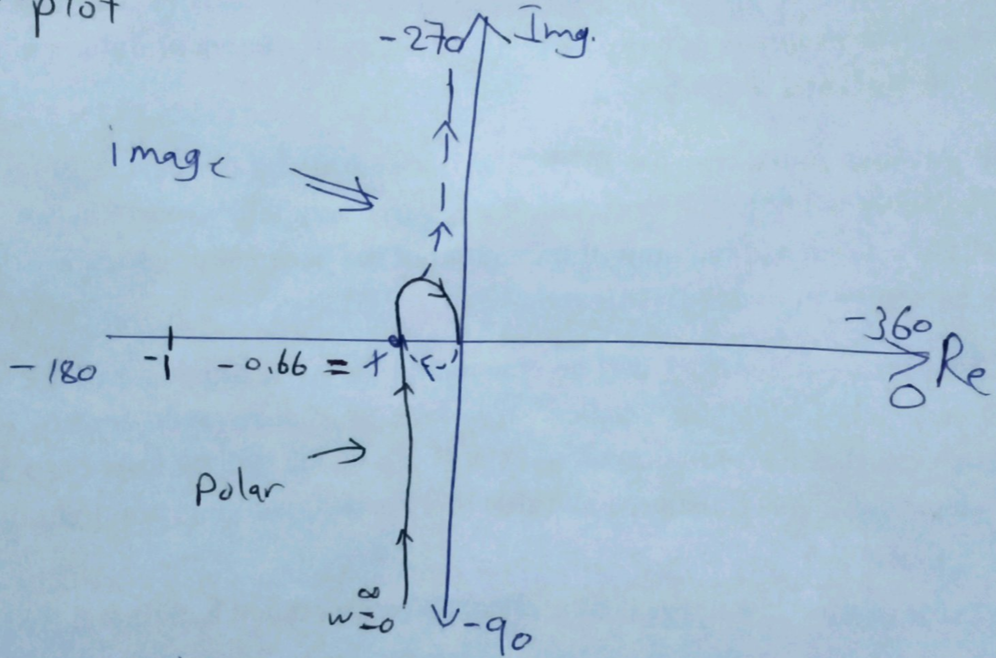
* بعدها نقوم برسم Polar plot





يتم التوصيل
بالنقاط

يتم تأشير نقاط البداية والنهاية

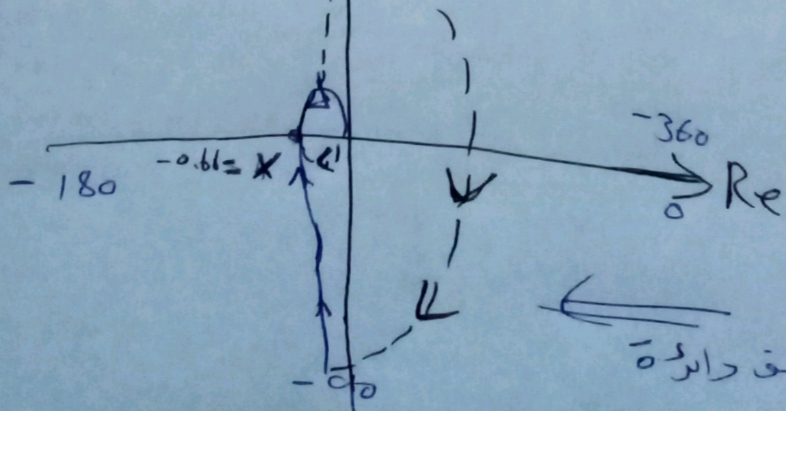


بمعادلة النظام لذلك يتم اضافة رسم نصف دائرة

* نتيجة لو وجد s يبدأ رسم نصف دائرة من (Imag نهاية) وينتهي

تضاف الى الرسم الاصلي ليصبح بالشكل التالي

في بداية رسم Polar



حل s بالمعادلة

تضيف رسم نصف دائرة

* تم ملاحظة وجود x (نقطة تقاطع مع المحور real) لذلك تم

حسابها بنفس طريقة Polar method

$$G(j\omega) = X(\omega) + jY(\omega)$$

$$= \frac{1}{j\omega(1+2j\omega)(1+j\omega)} \times \frac{-j\omega(1-2j\omega)(1-j\omega)}{-j\omega(1-2j\omega)(1-j\omega)}$$

المرافق للمقام فقط

بعد التبسيط وفصل الحدود

$$= \underbrace{\frac{-3\omega^2}{\omega^2(1+4\omega^2)(1+\omega^2)}}_{X(\omega)} + j\underbrace{\frac{-\omega+2\omega^3}{\omega^2(1+4\omega^2)(1+\omega^2)}}_{Y(\omega)}$$

تم مساواة $Y(\omega)=0$ لغرض ايجاد ω

$$\frac{-\omega+2\omega^3}{\omega^2(1+4\omega^2)(1+\omega^2)} = 0 \Rightarrow \omega(-1+2\omega^2) = 0$$

$$\omega = 0$$

$$\omega^2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \omega = \mp\sqrt{\frac{1}{2}}$$

$X(\omega)$ تم تعويضها بمعادلة $\Leftarrow$ $\boxed{\omega = 0.707}$

تم اختيار الجزء الموجب فقط

$$Real = X(\omega) = \frac{-3\cancel{\omega^2}}{\cancel{\omega^2}(1+4\omega^2)(1+\omega^2)} = \frac{-3}{(1+4\times\frac{1}{2})(1+\frac{1}{2})}$$

$$\boxed{X(\omega) = -0.66}$$

نلاحظ ان نقطة التقاطع قبل -1

لذلك لا توجد اي مسار مغلق محيط بالنقطة -1

$$Z = P + N$$

$$Z = 0 + 0$$

$$\Leftarrow Z = 0$$

$N = 0$

لا توجد احاطة لنقطة -1

$P = 0$

لا توجد poles ضمن GH تقع بالجانب الايمن

∴ C.L.T.F stable

Pw

ملاحظات مهمة جداً اثناء حل سؤال Polar او Nyquist

① زاوية الثابت اذا كان موجب (Zero) اما اذا كان الثابت سالب (180°)

EX $G(s) = \dfrac{-5k}{s(s+1)(s+2)} = \dfrac{-5k}{jw(jw+1)(jw+2)}$

$$\Phi = \underbrace{+180}_{\text{زاوية } (-5k)} - \Big(\underbrace{90}_{\text{زاوية } s} + \tan^{-1}\frac{w}{1} + \tan^{-1}\frac{w}{2}\Big)$$

② اذا كان الثابت الموجود مع (s ثابت) اشارة سالبة تضاف 180 للحد

EX $h(s) = \dfrac{5k}{s(s-1)(s-2)} = \dfrac{5k}{jw(jw-1)(jw-2)}$

$$\Phi = \underbrace{0}_{\text{زاوية } (5k)} - \Big(+\underbrace{\Big[180 - \tan^{-1}\frac{w}{1}\Big]}_{\text{زاوية الحد } (jw-1)} + \underbrace{\Big(180 - \tan^{-1}\frac{w}{2}\Big)}_{\text{زاوية الحد } (jw-2)} + 90\Big)$$

③ اذا كان s سالب (-s + ثابت) يتم اخراج (-1) عامل مشترك كما في المثال التالي

EX $h(s) = \dfrac{5k}{s(-s+1)(s+2)} = \dfrac{5k}{jw(-jw+1)(jw+2)} = \dfrac{-5k}{jw(jw-1)(jw+2)}$

$$\Phi = \underbrace{180}_{\text{زاوية } 5k} - \Big[90 + \tan^{-1}\frac{w}{2} + \underbrace{\Big(180 - \tan^{-1}\frac{w}{1}\Big)}_{\text{زاوية الحد } (jw-1)}\Big]$$

تم اخراج (-1) عامل مشترك و رفعه للبسط وتحويل الحد الى (jw-1)