مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية
المجلد ٥ - العدد ٤ من ٩٧ إلى ١٠٢

ربيع الأول ١٤٠٣هـ
كانون الأول ١٩٨٢م

الطريقة العامة لبناء النماذج الرياضية لعناصر جهاز التحكم بمدحلة الآلية الجامعة .

الدكتور سامي قدسية
كلية الهندسة
الميكانيكية والكهربائية

إن حل مسائل التحكم الاوتوماتيكي (الآلي) للآليات الجامعة يعتمد أساساً على بناء النماذج الرياضية ، على أن يكون التصور للموضوع ضمن شروط العمل العادية لأنظمة التحكم ، التي يعبر عنها من خلال أنظمة ديناميكية .

عند مدخل كل نظام ديناميكي تؤثر أشعة مؤشرات شروط العمل F وعوامل التوجيه المؤثرة U ، أما عند مخرج النظام الديناميكي فيكون الشعاع y المعبر عن مؤشرات نواتج العمل .

الشعاع y لا يتعلق فقط بطبيعة الأشعة المؤثرة (الداخلة) F وأشعة التوجيه U ، بل إنما يتعلق كذلك بخواص النظام التي تعبر عن عامل التوجيه W أي :

$$y = W(F, U) \qquad (1)$$

علماً أن بناء النماذج الرياضية يتعلق وبشكل رئيسي في إيجاد شكل عامل التوجيه W .

بناء النماذج الرياضية النظرية (التحليلية) للآليات الجامعة وأنظمة تحكمها كما هو الحال بالنسبة للآلات الميدانية تعتبر مسألة صعبة او بالأحرى غير ممكنة تقريباً نظراً لكثرة الشروط الاحتمالية ولذلك يفضل اتباع طرق التجارب الميدانية لكونها أكثر الطرق تقدماً وتعبيراً وفي مقدمتها طرق التشابه والطرق المشتركة العملية والنظرية معاً من أجل التوصل الى أسس تساعد على بناء النماذج المشابهة .

بشكل عام في عملية بناء النماذج الرياضية (عن طريق التشابه) لجهاز التحكم والآلية ، التي تعتبر موضوع التوجيه يمكن أن تكون ممثلة بالشكل التالي :

إذا أعطي جهاز تحكم (أو نظام) وكانت هناك إمكانية لتسجيل أشعة مؤشرات شروط العمل F والتوجيه U ومؤشرات نواتج العمل y أثناء عمل الجهاز بشكل آني ومتوافق ، فإن نتائج تسجيل مؤشرات العمل ستؤكد ضرورة ايجاد قيمة عامل التوجيه W^* الذي سيتوافق مع المتحولات المؤثرة والناتجة عن هذا الجهاز . عندئذ وبالتوافق مع عناصر الجهاز يمكن بناء النماذج الأصلية التي يمكن الحكم عليها من خلال القيم القريبة من W^* التابعة للشكل العام وكذلك من خلال قيم W .

من أجل القياسات العذدية للتشابه يفضل استخدام قيم التبعثر ξ لمتحولات المؤشرات في مجال الزمني أو استخدام دالة الترابط للمؤشرات في المجال الاهتزازي ، علماً أن :

$$\xi = \frac{\hat{D}y}{Dy} \qquad (2)$$

حيث $\hat{D}y$ ـ قسم من التبعثر العام (التبعثر المحتمل) ويتعلق بمتحولات العوامل المؤثرة على الجهاز والمعتبرة .

من أجل تقييم وحدات التبعثر للأنظمة المشابهة للآلات الميدانية وأجهزة تحكمها ، بشكل مبدئي يمكن اعتبار أن القيمة المسموح بها للتبعثر هي $\overline{\delta} \leq 0,7$

من بين الطرق المتعددة الأشكال للتشابه يمكن اعتبار الطريقة التراجعية لبناء الأشكال المشابهة للآلات وأنظمة التحكم بها ، لذا فعند بناء نماذج الآلات الميدانية وأنظمة تحكمها من أجل العمل في شروط احتمالية كثيرة وكان مجموع الحالات الاحتمالية كبيراً ، عندئذ ستظهر الضرورة في بناء النماذج الرياضية التي تساعد في تحليل سلوكية النظام (وسطياً) اثناء تسجيل مستويات العوامل المؤثرة .

لمثل هذه النماذج يمكن استخدام الطريقة التراجعية التي ترتكز على أسس ذات شروط ممكنة تساعد في تبيان العمليات الاحتمالية عند مدخل النظام ، أضف إلى ذلك أنه يجب الملاحظة بأن دالة التراجع تعتبر الطريقة الأكثر تعبيراً عن الترابط الممكن بين المتحولات من طريقة دالات الترابط ، حيث هذه الأخيرة تسمح فقط بتقييم درجة الترابط الخطي بين العمليات الاحتمالية عند مدخل ومخرج النموذج .

في حالة أن الترابط بين المتحولات غير خطي فإن استخدام طريقة تحليل أطياف الترابط سيؤدي إلى استخلاص نتائج خاطئة ولذلك فوضع المسألة العامة لبناء النماذج الرياضية (عن طريق التبعثر) سيؤدي إلى معرفة الدالات الرياضية الشرطية من خلال $M[\vec{y}/\vec{x}^{(i)}]$ للشعاع الناتج أي :

$$\vec{y} = \{ y_1(t), y_2(t) \ldots\ldots y_m(t) \} \qquad (٣)$$

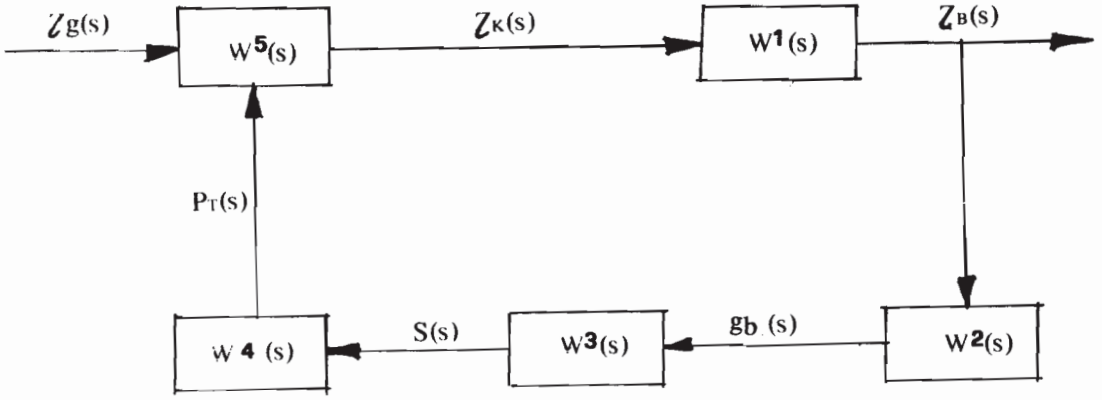
أما بالنسبة للشعاع $\vec{X}^{(i)}$ فيكون

$$\vec{X}^{(i)} = \{ X_1^{(i)}(t) , X_2^{(i)}(t) \ldots\ldots x_n^{(i)}(t) \} \qquad (٤)$$

حيث $i = 1، 2، 3، \ldots K$ وهي تعتبر مستويات الأشعة المسجلة .

استناداً إلى ما تم شرحه أعلاه وتطبيقاً على الآلية الجامعة وجهاز التحكم المؤلف من العناصر التالية ـ مشط حساس ـ محرك هيدروليكي ـ جهاز رفع جرار جنزير ـ اسطوانة جهاز الرفع ومدحلة الآلية الجامعة ، يجب ايجاد نماذج رياضية تشابه عناصر جهاز التحكم بشكل مشابه للرسم (١) .

ما يتعلق بالنماذج الرياضية لعناصر جهاز التحكم المبينة بالرسم (١) وكنظام بشكل عام فإنه يفضل اعتبار عامل التوجيه W عاملاً موجهاً بالنسبة للعناصر بشكل خاص وللنظام بشكل عام وفي هذه الحالة يمكن استخدام دالة النقل الحركية $W_1(s)$.



رسم (١)

حيث j = ١، ٢، ٣، ٤، ٥ .

حساب دالات النقل الحركية كما هو معروف يمكن التوصل إليها بواسطة طريقة التشابه .

تطابقاً مع الشكل المبين بالرسم (١) فإن عملية التوجيه سوف تحسب من خلال مكونات المعادلات التالية (حسب نظرية لابلاس) .

١ ـ المشط الحساس :

$$\zeta_B(s) = W_1(s).\ \zeta_K(s) \qquad (٥)$$

حيث ζ_B ـ صلابة التربة بعد مرور المشط .

ζ_K . ـ صلابة التربة بعد مرور المدحلة .

٢ ـ المحرك الهيدروليكي :

$$g_b(s) = W^2(s).\ \zeta_B(s) \qquad (٦)$$

حيث g_b ـ ضغط زيت الهيدروليك عند مدخل المحرك الهيدروليكي .

٣ ـ اسطوانة جهاز الرفع :

$$S(s) = W^3(s).\ \zeta_B(s) \qquad (٧)$$

حيث S ـ مسافة حركة زند الإسطوانة .

٤ ـ جهاز الرفع والخفض :

$$P_T(s) = W^4(s).\ S(s) \qquad (٨)$$

حيث P_T ـ قوة ضغط المدحلة .

٥ ـ المدحلة :

$$\zeta_K(s) = W^5(S).\ \varepsilon(s) \qquad (٩)$$

حيث ε ـ إشارة عدم التوافق وهي تحسب كالتالي :

$$\varepsilon(s) = \zeta g(s) - P_T(S) \qquad (١٠)$$

حيث ζg ـ صلابة التربة قبل مرور المشط الحساس .

على أساس العلاقات من (٥) حتى (١٠) فإن دالة النقل الحركية لنظام مفتوح ستكون مساوية لـ

$$W(S) = \prod_{j=1}^{j=0} Wj(s) \qquad (١١)$$

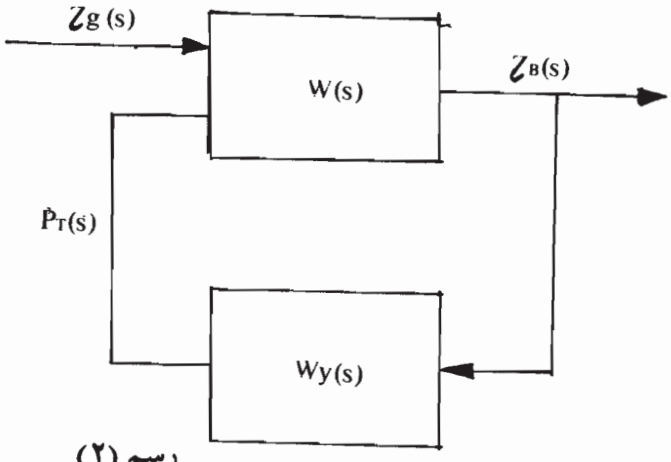
لحساب دالة النقل الحركية لنظام مغلق يجب علينا اعتبار أن الشكل البنيوي لجهاز التحكم مشابهاً للشكل في الرسم (٢) آخذين بعين الاعتبار أن $W(s)$ هي الدالة الرياضية للمشط والمدحلة ، أما Wy فهي دالة النقل الحركية لأجهزة التوجيه ، لذا وحسب الرسم (٢) يمكن الحصول على العلاقات التالية :

$$\begin{cases} \zeta_B(s) = W(s)\ [\ \zeta g(s) - P_T(s)\ ] \\ P_T(s) = Wy(s).\ \zeta_B(s) \end{cases} \qquad (١٢)$$

و

وبما أن

$$\zeta_B(s) = Wg(s).\ \zeta g(s) \qquad (١٣)$$



رسم (٢)

فإننا نستنتج بأن

$$WZ(s) = \frac{W(s)}{1 + Wy(s).W(s)} \qquad (١٤)$$

هذه العلاقة تعبر عن دالة النقل الحركية لنظام مغلق .