دراسة تحليلية لاتزان النظم الكهربائية*

دكتور / محمود سري طه**

مقدمة عن اتزان النظم الكهربائية

الاتزان هو خاصية للنظام الكهربائي الذى يتألف من آلتين متزامنتين "2 Machines" - أو أكثر - فالنظام الكهربي يعتبر متزناً - تحت مجموعة من الظروف أو الشروط - إذا ظلت جميع آلاته المتزامنة تدور كل مع الأخرى (أو عندما يُفرض عليها الخروج Out of step فإنها تستعيد توافقهاSynchronism بعد ذلك مباشرة)، والمقصود من التأكيد - هنا - على الظروف أو الشروط المحددة هو للتأكيد على حقيقة أن النظام الذى هو متزن Stable تحت مجموعة واحدة من الظروف قد يكون غير متزن Unstable تحت بعض مجموعات أخرى من الشروط، كذلك ومن الناحية النظرية حاول العلماء إيجاد الشروط العامة لاتزان أي نظام كهربي أو غير كهربي - بحيث يمكن التحقق - وبشكل مباشر - من إمكانية اتزان - أو بكلمات أخرى حدود اتزان - أي نظام عند تعرضه لأي نوع من الاضطرابات وفعلا تم بناء الأنماط الرياضية Mathematical Models لبعض المنظومات البسيطة نسبياً وكان أشهر هذه المحاولات الرياضية للعالم الروسى الشهير (ليابانوف Lyapanov) والذى حاول الربط بين حالة الاتزان وألا اتزان (في طريقة ليابانوف المباشرة) من خلال دراسة دالة أطلق عليها اسم "V-Function" ومن خلال دراسته هذه الدالة (V) وهي مرتبطة بشكل ما بالنظام المطلوب دراسته، فإذا تحققت شروط معينة في هذه الدالة اعتبر النظام متزنا بشكل لانهائي (Asymptotally Stable) وإذا توفرت شروط معينة أخرى أعتبر أنه متزنا ولكن بشروط (Conditionally Stable) أما ما عدا ذلك فهو غير متزن (Unstable).

هذا وكانت – ولا تزال – المشكلة الرئيسية لتعميم نظرية "ليابانوف" (المباشرة) هو كيفية الحصول على هذه الدالة(V).

أما بالنسبة لطريقة "ليابانوف" – غير المباشرة – فهي تعتمد على إقامة علاقة ما بين المعادلات التفاضلية الحقيقية غير الخطية (Nonlinear) والتى تصف النظام المرغوب دراسته بمجموعة أخرى من المعادلات الخطية السهلة، ولكن المشكلة هنا أن المعلومة الوحيدة التى يمكن أن تعطيها هذه الطريقة هي إذا ما كان النظام متزنا بشكل نهائي (Asymptotally) أم لا– فقط.

*ورقة عمل قدمت فى ندوة المؤتمر العالمى لشبكات الكهرباء CIGREE

**عضو المجالس القومية المتخصصة – شعبة الكهرباء والبترول

وباختصار شديد قد تكون طرق "ليابانوف" لها جاذبيتها من الناحية الأكاديمية ولكنها من الناحية التطبيقية لم تحقق انتشاراً واسعاً، وذلك نظرا لأنها - وعلى سبيل المثال في طريقة "ليابانوف" المباشرة– تتطلب إيجاد دالة"V" لكل تغير في نسق النظام الكهربي (مثلا) "System Configuration"

ومن الناحية التطبيقية فأكثر الطرق شيوعا لدراسة اتزان أي نظام كهربي (يتضمن آلتين متزامنتين أو أكثر) هي تقسيم الدراسة إلى مرحلتين هما:

- دراسة الاتزان المستقر "Steady State Stability"
- دراسة الاتزان العابر "Transient Stability"

وأحيانا تقتضى الحاجة لعمل دراسة (ثالثة) يطلق عليها دراسة ديناميكية النظام على المدى الطويل "Long – Term System's" لدراسة الفترات ذات المدى الزمنى الطويل والذى يعقب بعض أنواع الاضطرابات، ولكن قبل أن يصل النظام

إلى حالة الاستقرار "Steady – State Condition".

أولا: دراسة الاتزان المستقر Steady-State Stability

يعرف الاتزان المستقر بأنه قدرة نظام ما – على العودة إلى حالته الأصلية في أعقاب إزعاج بسيط (صغير) أو أخذ وضع (أو الانتقال إلى حالة) جديد مستقر، وهذا التعريف يقودنا إلى استخدام طريقة تسمى طريقة التأرجحات الصغيرة "Small Oscillations" كأكثر الطرق استخداما من حيث الحسابات. وفي حالات معينة تستخدم طرق مبسطة للتقدير التقريبي لما يطلق عليه قاعدة أو حدود الاتزان العملية وأكثر القواعد العملية اتزانا هي:

١ - **قاعدة** "P-δ":

أبسط المنظومات الكهربائية التي يمكن أن تطبق عليها الاعتبارات الخاصة بالاتزان المستقر، وهذه القاعدة تتكون من زوج من الآلات(آلتين)المتزامنة ترتبطان من خلال خط كهربي، فإذا كان الجهد الداخلى (أي القوة الدافعة) "EMF" للآلة الأولى"E_1" والثانية"E_2" والفارق (أو الخلاف) الوجهى بينهما يعبر عنه بالزاوي"δ". وكان مجموع المفاعلات "Reactance's" أللحظية للآلتين مع خط الربط بينهما هو "X"حيث أن:

$$X = X'd_1 + X'd_2 + X_L$$

فان القدرة المنقولة ما بين الآلتين تعطى بالمعادلة:

$$P = [E_1 . E_2 \sin \delta]/X$$

وواضح جدا أن العلاقة ما بين الزاوية "δ" والقدرة "P" عند تثبيت قيم كل من "E_1,E_2,x" هي علاقة جيبيه "Sinusoidal"، وأن القيمة العظمى – من الناحية النظرية – تعطى بالمعادلة:

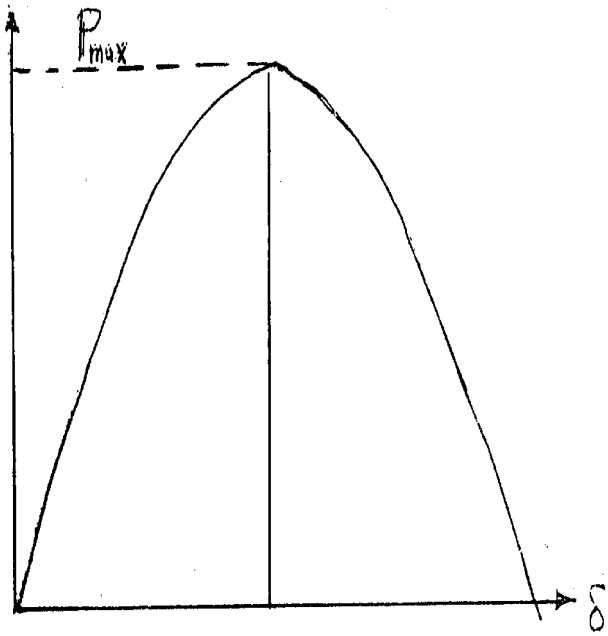
$$Pmax = (E_1 . E_2)/X$$

والحقيقة فإن هذه المعادلة (أو القيمة) لم تأخذ في الاعتبار كل من:

- المقاومة الفعالة "R" للمولدات المتزامنة وخط الربط وأثرها سلبي

- ظاهرة البروز "Saliency" لأقطاب المولدات المتزامنة، وهذه لها تأثيرها الايجابي على المولد المرسل للطاقة"Sending-End Machine" وسلبي بالنسبة للآلة المستقبلة للطاقة، كما فى شكل (١)

- التشبع المغناطيسي للمولدات المتزامنة وأثره إيجابي.

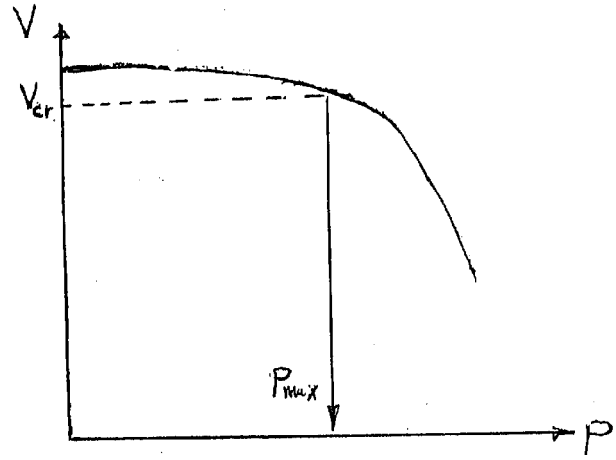


شكل ١ - قاعدة للاتزان المستقر

٢ – قاعدة عدم الاتزان للجهد الكهربي

Voltage Instability Criteria

فالمعروف أن بروفيلات"Profiles" الجهد – خلال النظام الكهربي– تتقلص كلما زادت القدرات المنقولة عبر خطوط النظام، وكلما اقتربت من حدود الاتزان المستقر، إلى أن نلاحظ أن الجهد الكهربي "Voltage" – عند نقطة أو أكثر – في هذا النظام تهبط بشكل حاد و مفاجئ من القدرة المنقولة، وهذا الحد يمكن اعتباره"حد أقصى أو الحد النظرى للاتزان المستقر وكما هو مبين بالشكل (٢)، حيث أن "Vcr" تعادل حوالى٨٥% : ٩٠% من الجهد الكهربي المقنن "Rated Voltage"، وبعض المراجع تطلق على هذه القاعدة بقاعدة اتزان الجهد "Voltage Stability Criteria".

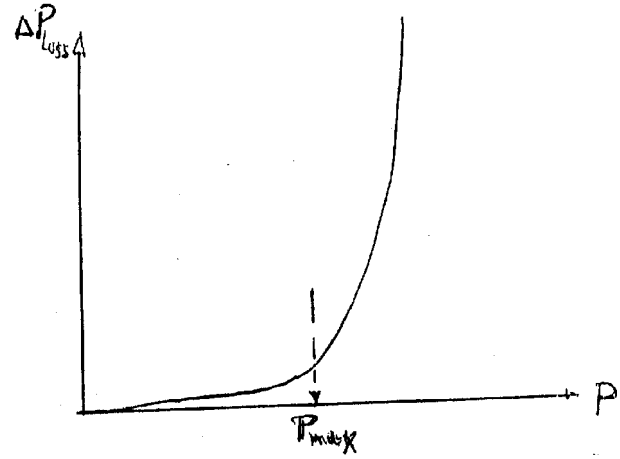


شكل ٢ - قاعدة عدم الاتزان فى الجهد الكهربى

٣ - قاعدة الفقد الحرج للقدرة

Critical Power Los

فكلما اقتربت القدرة (المنقولة) من حدود الاتزان كلما زادت القدرات المفقودة في النقل (كما هو مبين بالشكل ٣)، وهذا الحد يمكن اعتباره حد أقصى أو الحد النظري للاتزان المستقر أما الحد العملي فيمكن أخذه – مثلا– ما بين ٧٥%: ٩٠% من أقل قيمة من القيم الثلاث المذكورة أعلاه.



شكل ٣ - قاعدة الفقد الحرج للاتزان المستقر

ثانيا: دراسة الاتزان العابر

Transient Stability

تستهدف دراسة الاتزان العابر للنظم الكهربائية تحديد عملية الانتقال من ظرف تشغيلي إلى آخر بعد تعرض هذا النظام إلى صدمة (أو اضطراب) وليكن قصر Short" Circuit" عند نقطة قريبة من واحد– أو أكثر– من المولدات المتزامنة داخل هذا النظام، فإذا قاوم هذا النظام – الصدمة – دون فقد لإحدى (أو أكثر) من وحداته (التوليدية) الرئيسية – للتوافق "Synchronism" فيعتبر أن توازن النظام مرضى (مقبول).

وتجرى الدراسة – أو الحسابات – لمعرفة موقف الاتزان العابر عندما يكون هذا النظام – أصلا - يعمل تحت ظروف التشغيل العادية أو تحت ظروف التشغيل عند حمله الأقصى"Max. Load Condition" إذا كان النظام مصمماً بحيث يسلم "Deliver" قدرته القصوى لفترات طويلة.

والطرق الرياضية لتحليل مواقف الاتزان العابر تعتمد على الحل التكرارى لمعادلة التأرجح "Swing Equation" لكل آلة متزامنة وهي:

$$K_{Ii}\cdot\frac{\partial^2\delta_i}{\partial t^2}+K_{Di}\cdot\frac{\partial\delta_i}{\partial t}+K_{\delta i}\cdot\delta_i=T_{mi} \quad \text{.....(١)}$$

حيث أن:

"i" ترمز إلى رقم الآلة المتزامنة

"δ" ترمز إلى زاوية العضو الدوار"Rotor" الآلة المتزامنة

"t" ترمز إلى الزمن (بالثانية)

الحد الأول للطرف الأيسر من المعادلة (١) يطلق عليه:

حد عزم التعجيل Acceleration

حيث أن:

$$k_{Ii} = H / \pi f$$

حيث:

H هو ثابت القصور الذاتى .Inertia Const للكتلة المتحركة للتوربين والمولد،

أما f هو التردد Frequency).

الحد الثاني ويطلق عليه:

حد "عزم الكبت أو الإخماد Damping Torque"

الحد الثالث (وهو حد تقريبي) حيث أنه في حقيقة الأمر حد جيبي Sinusoidal، وأصل هذا الحد "$k\delta_i \, Sin.\delta_i$'ويطق علية

عزم التوافق"Synchronizing Torque"

أما الحد الأيمن فهو يمثل العزم الميكانيكي.

والحقيقة فإن المعادلة (١) تنطوى على معانٍ كثيرة فمثلاً:

- أثر منظمات السرعة"Speed Regulators" يمكن دراسته بإدخاله على الحد الأيمن.

-الإضطرابات الكهربائية وتأثيرات منظمات الجهد والإثارة يمكن دراستها "Regulators Excitation and Voltage" وذلك من خلال إدخالها على الحد الأيسر الأول.

- وبالنسبة لآثار الخمد "Damping Effects" (الناتجة عن: ملفات الخمد – المقاومات الفعالة "Resistances" - دوائر الإثارة Circuits Excitation..الخ) كلها يمكن دراستها من خلال إدخالها على الحد الأيسر الثاني، - وهكذا .....

أما كيف تعمل برامج الحاسبات الرقمية لحل المعادلة (١)، وحيث أن لكل آلة متزامنة "Synchronous Machine" معادلتها الخاصة بها – فهي كالآتي:

- يبدأ عمل البرنامج من حيث تنتهى حسابات تدفق القدرة "Load Flow Prog." فتؤخذ نتائج هذه الحسابات لتكون هي أساس (بداية) قيم القدرة ومستويات الجهد "Voltage Levels' لكل الآلات ودوائر الربط الكهربائية. ثم تمثل الاضطرابات (المطلوب دراسة آثارها على النظام الكهربي) في البيانات المدخلة إلى الحاسب الرقمي عند زمن - يعرفه البرنامج بأنه الزمن "صفر" - وتحتسب التغيرات في مستويات القدرة من خلال برنامج تدفق القدرة كذلك، وباستخدام هذه القيم الجديدة داخل مجموعة المعادلات (١) [الحد الأيسر الثالث] تُحل مجموعة المعادلات (١) لإيجاد قيمة جديدة للزاوية "δ_i".

- والحقيقة فإن مجموعة المعادلات(١) قدمناها بشكل خطي "Linear"بهدف التبسيط ولكن في واقع الأمرأن الحد الثالث - كما ذكرنا آنفاً - هو حد جيبي وليس خطي ومن ثم فإن مجموعة المعادلات رقم (١) هي مجموعة "لا خطية Nonlinear" في الأصل ومن ثم يستلزم الأمر - عند الحل الدقيق باستخدام الحاسب الرقمي – أن تحل بطريقة خطوة - خطوة "Step by Step" لإيجاد التجاوب الزمني لزاوية العضو الدوار"δ' وأكثر الطرق المستخدمة للحل ما يطلق عليها التكامل الرقمي"Numerical Integration"حيث تؤخذ فترات زمنية قصيرة (وليكن جزء من المائة من الثانية) وذلك لحساب قيم جديدة لزاوية العضو الدوار "δ_i'، والقيم المقابلة لها (أي المقابلة للزاوية "δ_i' من كل من القدرة "Power" والجهد تعتبر أساسات جديدة لقيم عزوم التوافق الجديدة والتى تستخدم للتعويض في مجموعة المعادلات (١) لتكرار الجولة لحساب قيمة جديدة للزاوية "δ_i'، وهكذا.

- والآن وبعد تحويل مجموعة المعادلات (١) والتي يطلق عليها معادلات التأرجح "Swing Equations" للعضو الدوار"Rotor" إلى مجموعة خطية، نستطلع بعض الحالات الخاصة للنظم الكهربائية وحلول للمعادلات (١) المقابلة لها.

ثالثاً: أمثلة لدراسات الاتزان لحالات معينة

الحالة الأولى: بافتراض تجاهل الخمد Damping أي بوضع قيمة K_D تساوي الصفر في هذه الحالة يصبح حل المعادلة (١) هو:

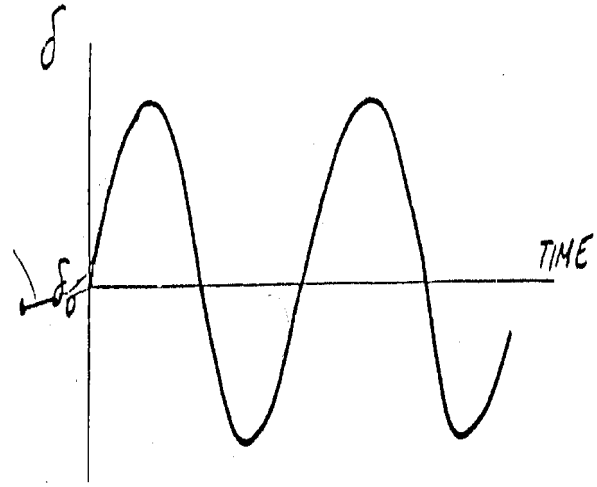
$$\delta = \delta_o + C_o . Sin(\omega_n . t - \alpha_o)$$

حيث أن:

ω_n = التردد الطبيعي"Natural Freq." للمنظومة (التي يتغير بها كل من"V,I") وتعطى بالمعادلة:

$$\omega_n = \sqrt{K_s / K_I}$$

أما القيم $\delta_O - C_O - \alpha_O$ فهي تعتمد على الحالة الأصلية والنتيجة هي الحصول على الشكل (٤) وهو كما نرى حالة تعتبر متزنة ولكن على الحد الحرج (حد الاتزان).



شكل ٤ - التجاوب الزمنى لزاوية العضو الدوار δ للحالة الأولى

والحالة الثانية

بافتراض أن الميل (δ - P) سالبا (بمعنى أن الزاوية "δ" أكبر من ٩٠ درجة) أي أن: صفر > K_S مع إهمال الإخماد (صفر = K_D).

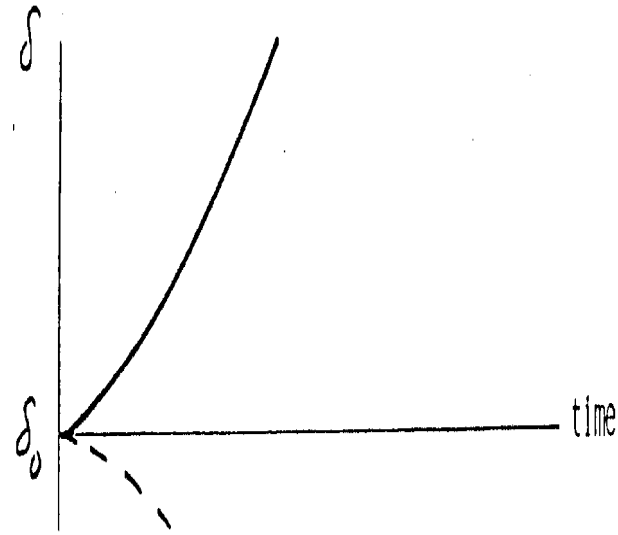
في هذه الحالة يصبح حل المعادلة هو:

$$\delta = \delta_o + C_{O1}.\epsilon^{at} + C_{O2}.\epsilon^{-at.}$$

حيث أن:

$$\alpha = \sqrt{|K_S| / K_I}$$

والنتيجة هي الحصول على الشكل رقم (٥)، وهي حالة عدم اتزان.



شكل ٥ - التجاوب الزمنى لزاوية العضو الدوار δ للحالة الثانية

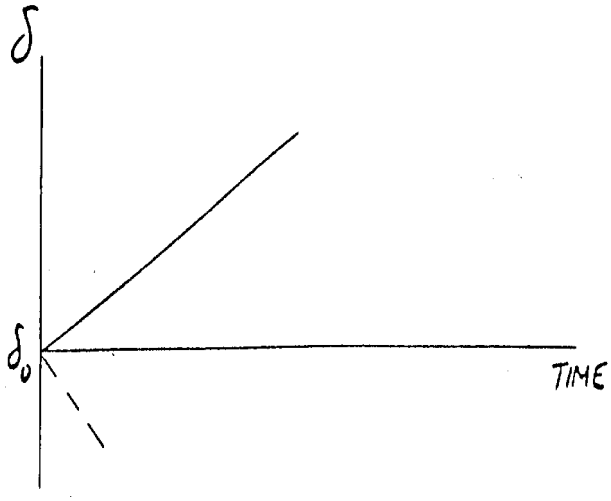
الحالة الثالثة:

بافتراض أن الميل (δ - P) = صفر (أي الزاوية "δ" تساوي ٩٠ درجة) أي أن K_S = Zero مع إهمال الإخماد (K_D = Zero)

في هذه الحالة يصبح حل المعادلة هو

$$\delta = \delta_O + C_{O1}.t$$

حيث تتوقف قيمة "C_{O1}" على قيمة $\partial\delta / \partial t$. بعد حدوث الإزعاج مباشرة (أي أن قيمة $\partial\delta / \partial t$. عند الزمن"t" تساوي صفراً) والنتيجة هي الحصول على الشكل رقم (٦) وهو بطبيعة الحال حالة عدم اتزان.



شكل ٦ - التجاوب الزمنى لزاوية العضو الدوار δ للحالة الثالثة

الحالة الرابعة:

وهي تناظر الحالة الأولى مع اعتبار وجود للإخماد أي

$$k_D > Zero \,\&\, K_S > Zero$$

في هذه الحالة يصبح حل المعادلة (١) هو

$$\delta = \delta_o + C_o.\epsilon^{(-K_D / 2K_S).t}.Sin(\omega_D.t + \alpha_o)$$

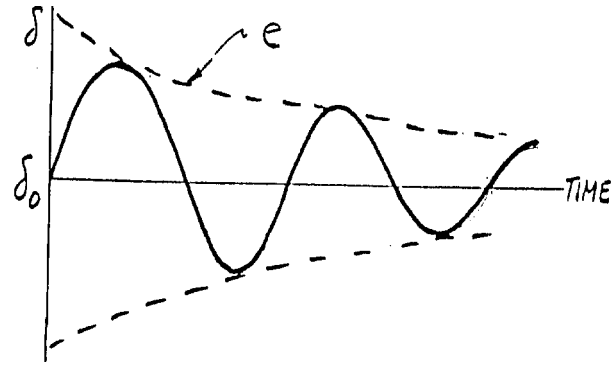
حيث أن:

$$\omega_D = \sqrt{(k_S / k_I) - (k_D / 2k_I)^2} < \omega_n$$

وبافتراض أن:

$(K_D/2K_I)^2 < (K_S/K_I)$

والنتيجة الحصول على الشكل رقم (٧) أي حالة متزنة.



شكل ٧ - التجاوب الزمنى لزاوية العضو الدوار δ الحالة الرابعة

الحالة الخامسة:

وهي تناظر الحالة الأولى كذلك ولكن بإخماد سلبي أي أن

$K_D < Zero \ \& \ K_S > Zero$

وافتراض $(K_D/2K_S)^2 < (K_S/K_I)$

في هذه الحالة يصبح حل المعادلة (١) هو

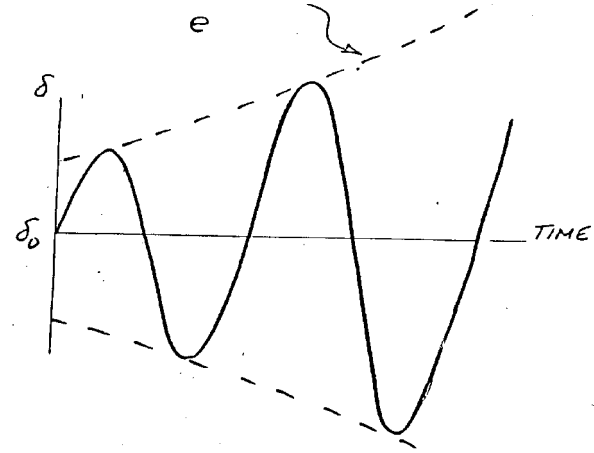
$$\delta = \delta_o + C_o . \in^{(|K_D|.t/2K_I)} .Sin(\omega_D.t + \alpha_o).$$

حيث أن:

ω_D - ويطلق عليها التردد الطبيعي غير المخمود "Undamped Natural Freq." أو بكلمات أخرى تساوي التردد الطبيعي عندما لا يوجد إخماد وتعطى بالمعادلة:

$$\omega_D = \sqrt{(K_S/K_I) - (K_D/2K_I)^2}$$

والنتيجة هي الحصول على الشكل (٨) أي حالة عدم اتزان.



شكل ٨ - التجاوب الزمنى لزاوية العضو الدوار δ للحالة الخامسة

الحالة السادسة:

وهي تماثل الحالة الرابعة في جميع الوجوه ما عدا

$(K_D/2K_I)^2 > (K_S/K_I)$

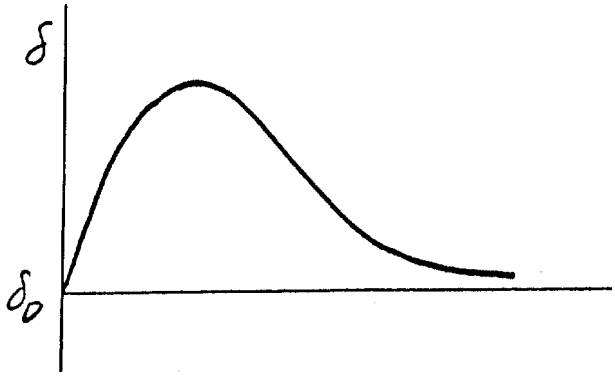
والحقيقة فإن قيمة معامل الإخماد"K_D" – يكون - من الناحية العملية كبير جدا بالنسبة للمنظومات الكهربائية ذات التيار المتناوب (AC) وفي هذه الحالة يصبح حل المعادلة(١) هو:

$$\delta = \delta_o + C_o \in^{-(K_D.t/2K_I)} .Sinh(\beta t + \alpha_o)$$

حيث أن

$$\beta = \sqrt{(K_D/2K_I)^2 - (K_S/K_I)}$$

والنتيجة هي الحصول على شكل (٩) أي حالة متزنة.



شكل ٩ – التجاوب الزمنى لزاوية العضو الدوار δ للحالة السادسة

وهي حالة نادرة الحدوث في النظم الكهربائية وتحدث - فقط - عند استخدام منظومات تحكم في القدرة ΔMW

الحالة السابعة:

وهي حالة تعتبر وسطاً ما بين الرابعة والخامسة بمعنى "$K_D > Zero \ \& \ K_S < Zero$" ويصبح حل المعادلة(١) هو:

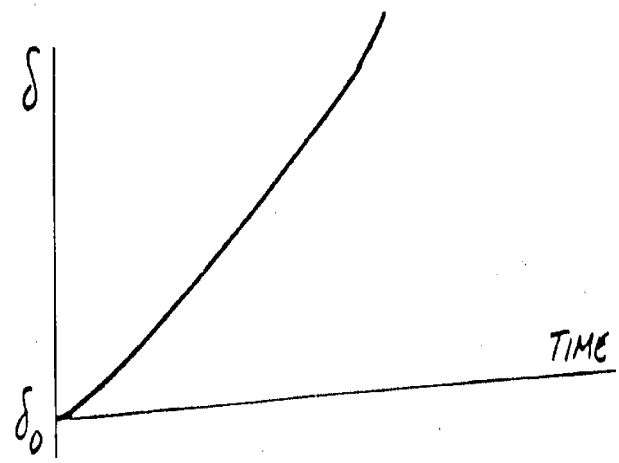
$$\delta = \delta_o + C_{o1} . \in^{\lambda_1.t} + C_{o2} . \in^{\lambda_2.t}$$

حيث أن

$$\lambda_2 = -(K_D/2K_I) + \sqrt{(K_D/2K_I)^2 + (|K_S|/K_I)}$$

وهي قيمة حقيقة موجبة.

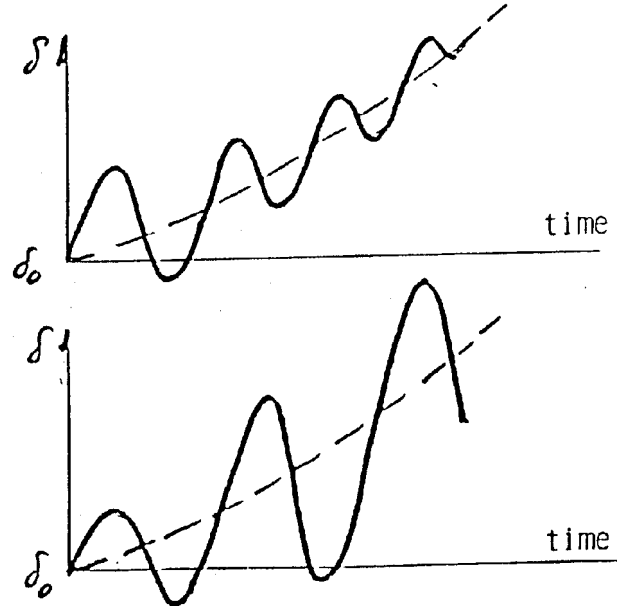
والنتيجة الحصول على الشكل (١٠) أي حالة عدم اتزان.



شكل ١٠ - التجاوب الزمنى لزاوية العضو الدوار δ للحالة السابعة

الحالة الثامنة:

تكون فيها المعاملات"K_D & K_S" أرقاماً مركبة Complex Numbers وهذه الحالة يمكن حدوثها عند استخدام حلقات التحكم "Control Loops" لدراسة الاتزان وفي هذه الحالة يمكن أن نحصل على الشكل (١١).



شكل ١١ - التجاوب الزمنى لزاوية العضو الدوار δ للحالة الثامنة

رابعا البيانات المطلوبة لعمل دراسات الاتزان

أهم هذه البيانات سوف نشير له بالعلامة (*)

أولا : بيانات النظام الكهربائي وهي:

(أ) الممانعات (R+jx)**:**

لكل خطوط النقل الهامة والكابلات والمفاعلات "Reactors" والمكونات الأخرى الموصلة على التوالي "Series Components".

(ب) بالنسبة لكل المحولات الهامة والمحولات الذاتية "Auto transformers" البيانات التالية:

- القدرة الاسمية(KVA) المقننة *
- الممانعات (R+ix)*
- نسب تحويل الجهد (Voltage Trans, Ratios)*
- كيفية توصيل الملفات (Winding Connections)*

وبالنسبة للمنظمات "Regulators" والمحولات ذات نقاط التفريغ التي تعمل عند التحميل"OLTC" فيلزم بيانات نطاق التنظيم/ حجم خطوة التفريغ"Tap Step Size"/ نوع التحكم في نقاط التفريغ*

(ج) سعة تيار القصر"Short – Circuit"(على أساس الحالة المستقرة Steady – State Basis)

(د) القدرة للمكثفات(KVAR)

(هـ) توصيف ترتيبات عمليات الفصل/التوصيل "Switching" العادية والبديلة.*

ثانياً: بيانات الأحمال الكهربائية

- الأحمال الفعالة"Active" والردية (غير الفعالة "Reactive") على جميع قضبان النظام الهامة*

ثالثاً: بيانات الآلات (الماكينات) الدوارة

(أ) بالنسبة للآلات المتزامنة الرئيسية (أو لمجموعة متماثلة من الآلات مرتبطة على نفس القضبان)

- مقننات القدرة الميكانيكية أو الكهربائية (ك.ف.أ – الحصان – ك.و .....الخ)*
- ثابت القصر الذاتي أو (WK^2) للآلة الدوارة والحمل الموصل أو المحرك الأولي*
- السرعة*
- التحميل الفعال (الحقيقي) وغير الفعال إذا كانت الآلات محملة حمل الأساسي"Base Loaded"

- منحنى السرعة / العزم أو أي توصيف آخر لعزم الحمل إذا كانت الآلة الدوارة هي محرك *

- مفاعلات المحور المباشر قبل اللحظية* / اللحظية والمتزامنة*

- مفاعلات المحور المتعامد قبل اللحظية / اللحظية* / والمتزامنة*

- الثوابت الزمنية – على امتداد كل من المحور المباشر والمحور المتعامد – قبل اللحظية واللحظية*

- المعلومات الخاصة بالتشبع المغناطيسي

- مفاعلة بوتيير "Potier Reactance"

- البيانات الخاصة بالإخماد

- البيانات الخاصة بالإخماد

- بالنسبة لمنظومات الإثارة: الطراز – الثوابت الزمنية – والحدود (الدنيا والقصوى)

- بالنسبة للمنظومات التجارية ومنظمات السرعة أو أي طراز آخر للمحركات الأولية: الثوابت الزمنية والحدود (الدنيا والقصوى).

(ب) بالنسبة للآلات المتزامنة الأقل أهمية أو الصغيرة (أي مجموعات منها):

- مقننات القدرة الميكانيكية / أو الكهربائية*

- ثابت القصور الذاتي*

- السرعة*

- مفاعلة المحور المباشر المتزامنة "Direct – Axial- Synch. React."*

(ج) بالنسبة للآلات غير المتزامنة (التأثيرية) الرئيسية (أو مجموعة منها على نفس القضبان):

- القدرات المقننة الميكانيكية أو الكهربائية *

- ثابت القصور الذاتي*

- السرعة*

- بيانات الدائرة الكهربية المكافئة للتتابع الايجابي "Positive Sequence Equivalent Circuit"

على سبيل المثال (R_1 - X - X_M - R_2 – X_2)*

- منحنيات خصائص السرعة / العزم *

- بيانات الدائرة الكهربية المكافئة للتتابع السلبي

- توصيف الترتيبات الخاصة بوسائل التشغيل باستخدام الجهد المنخفض أو أي ترتيبات أخرى لبدء التشغيل إذا وجدت*

(د) بالنسبة للآلات التأثيرية الأقل أهمية:

يمكن الاستغناء عن التنميط أو التمثيل الديناميكي المفضل والاكتفاء بالتمثيل الإستاتيكي.

(هـ) البيانات الخاصة بالاضطرابات (الإزعاجات):

(أ) التوصيف العام لنوعية الاضطرابات المراد دراسته بما فيه الحالة الأصلية للمفاتيح "Initial Switching Status"

- نوع العطل "Fault"موقعه وفترة استغراقه – عمليات الفصل / التوصيل وتوقيتها – الصانع – الطراز – ضبط أجهزة ريلهات الوقاية وزمن التخلص من العطل "Clearing Time" للقواطع المصاحبة.

(ب) الحدود المسموح بها للجهد – التيار – وتأرجحات القدرة *

(و)المعلومات المتعلقة بالدراسة "Study Parameters"

(أ) فترة الاستغراق (الفترة الزمنية المطلوبة هل واحد ثانية – أم عشرة ثانية مثلا)

(ب) الفترة الحسابية "Integrating Interval" وليكن ٠,٠١ ثانية مثلا) *

(ج) الفترة الزمنية للطباعة (وليكن ٠,١ ← ٠,٥ثانية مثلا)*

(د) البيانات المخرجة المطلوبة Data Output Required*

أنواع الاضطرابات التي يمكن أن تؤدي إلى عدم الاتزان وأكثرها شيوعاً هي:

١ – القصر "Short Circuits"

٢ – فقد (ضياع) دائرة ربط رئيسية

٣ - فقد جزء (أو كل) من وحدات التوليد

٤ – عمليات الفصل والتوصيل

٥ - التحميل الفجائي على المحركات المتزامنة

٦ - النقص الفجائي للأحمال الكهربائية على المحركات المتزامنة

وتأثير كل من هذه الإزعاجات أو الاضطرابات مثلا:

- الاضطرابات من رقم (١) حتى (٤) تميل إلى خفض مستويات الجهد وقطعا تتطلب زيادة زوايا الآلات المتزامنة للحفاظ على قدر معلوم من الأحمال.

- أما الاضطرابات رقم (٥)، (٦) من شأنها أن تزيد زاوية العضو الدوار بالنسبة للآلات التي تصاب بهذه الاضطرابات أو تتأثر بها.

المراجـع

1- Members of CLGRE Working Group No 38 - , " State of the Art in Non – Classical Means to Improve Power System Stability " – Electra , 1988.

2- Cate ,E.G , and Gelopulos , D.P., " Time – Frame Notion And Time Response of Models in Transient, Mid-term , And Long –term Stability programs ", IEEE Trans on PAS – 103 – NO.1 – January 1984 , PP 143 – 151.

3- Yong , C.C.., "Equipment and System Modeling for Large Scale Stability Studies" – G.E. Seminar on Power System Stability , Schenectady, N.Y – USA , 1980

4- Concordia , C. , and Schulz , R ., "Appropriate Component Representation for The Simulation of Power System Dynamics ." – IEEE Winter Power Meeting Symposium , 1975.

5- Serry , M. , "Power System's Dynamics – State of The Art And Future Trends " – Invited Paper to The International Conference on Dynamical Systems – Wright State University , Dayton , Ohio , June 1989.

6- Serry , M. , "An Algorithm for Searching Lyapunov Functions for Stability Investigations of Remote Hydroelectric Power Schemes" – Proceedings of Sixth International Conference on Mathematical Modeling , St. Louis , Ma , USA , 1987.

7- Serry , M. , "Evaluation of Different Assumptions and Parameters During Investigation of Hydrogenerators and Excitation Under Heavy Load Impacts " – Proceedings of CLGRE' Symposium on Hydraulic Generators And Synchronous Compensators – Rio De Janeiro , Brazil , November , 1983.

8- Serry , M. , "Sequential Ordering of Weights of Power System's Parameters During Asynchronous Perturbations " Proceedings of The American Control Conference , Arlington , VA – USA , 1982.

9- Serry , M. , "Transient Behaviour of An Integrated System During Segregation from A Large Power Pool " , IEEE , PES , Winter Meeting , No : A – 78244 – 6 ,1978.