استخدام الطريقة المتجهية – البرامترية في الحساب الميكانيكي لخطوط نقل القدرة الكهربائية

□ ملخص □

يتضمن هذا البحث النموذج الرياضي للحسابات الميكانيكية للنواقل المرنة لخطوط نقل القدرة مع الأخذ بالاعتبار التمددات المرنة والحرارية للنواقل والعوازل حيث يتيح استخدام الصيغة البرامترية المتجهية لكتابة معادلة سكونية الناقل تحديد الوضعية الفراغية والتوترات الميكانيكية في النواقل المرنة مهما كان وضعها الفراغي تحت تأثير الجليد وبشكل عام تحت تأثير قوة الريح غير متجانسة الاتجاه إلى الفتحة. على أساس النموذج الرياضي تم إعداد برامج بلغتي الفورتران و C++ تتيح القيام بالحسابات الميكانيكية للنواقل والعوازل في 12 حالة مناخية.

النموذج الرياضي والبرنامج الذي تم إعداده على أساسه يمكن استخدامه كحالة ابتدائية لحساب ديناميكية نواقل القدرة الكهربائية. حساب النواقل المرنة لخطوط نقل القدرة الكهربائية بالطرق القائمة يؤدي إلى أخطاء كبيرة بالحساب.

الكلمات المفتاحية: طريقة متجهية – برامترية، خطوط نقل القدرة، نموذج رياضي، معادلة سكونية الناقل.

مقدمة:

إن الطرق القائمة للحسابات الميكانيكية لخطوط نقل القدرة الكهربائية تفرض أن منحني تعليق الناقل له شكل مستوي ولذلك يمكن أن تستخدم لمسائل بسيطة وبشكل عام عندما يتطلب الأمر حلاً فراغياً وخصوصاً عند حساب تأثير الريح المتجه بزاوية على خطوط نقل القدرة الكهربائية والتضاريس الوعرة فإنها تؤدي إلى إنشاءات إضافية وصيغ معقدة ويصبح حل هذه المسألة غير ممكناً.

إن الطريقة المتجهة – البرامترية المستخدمة في البحث للحسابات الميكانيكية لنواقل الخطوط الهوائية يفترض بها الناقل خيط مرن لدن عند إعداد النموذج الحسابي لحساب سكونية النواقل المرنة لخطوط نقل القدرة الكهربائية. في التطبيقات العملية يتم حساب الخواص المرنة للناقل بشكل تقريبي كما هو الحال لنابض مستقيم بمعادلة حالة الناقل المعروفة التي يتم استخراجها على أساس مقارنة أطوال خطوط الناقل بمختلف الظروف المناخية وبمساعدتها يمكن حساب التوتر الميكانيكي بمختلف هذه الظروف.

أهمية البحث وأهدافه:

إعداد نموذج رياضي للحسابات الميكانيكية لنواقل خطوط نقل القدرة الكهربائية مع الأخذ بالاعتبار التمددات المرنة والحرارية للنواقل والعوازل وبرمجة هذا النموذج بلغتي الفورتران و C++ وتقدير المجالات التي تنطبق بها دقة الحسابات مع الطرق التقليدية في الحسابات البسيطة. كما يمكن اعتماد هذا النموذج والبرنامج لحساب سكونية النواقل المرنة في الحسابات الديناميكية لخطوط نقل القدرة الكهربائية كحالة ابتدائية.

طريقة البحث ومواده:

إن النموذج الحسابي الذي يسمح لنا بحساب التمددات الحرارية والمرنة هو نموذج الخيط المرن الذي يمكن به اعتبار الناقل خط فراغي يأخذ أي شكل تحت تأثير القوى الخارجية. إن أنسب الصيغ لتحديد الوضعية الفراغية للخيوط المرنة هي الصيغة المتجهية والتي يعبر بها عن المنحني الفراغي للناقل بنصف قطر متجه $\overline{R}$ من مركز مختار (قطب) شكل (1)، كمحدد (برامتر) نستخدم هنا الإحداثيات القوسية بطول الناقل.

معادلة سكونية الناقل المعبر عنه بخط مرن والتي سنستخدمها في الحسابات الميكانيكية لاحقاً يمكن أن تكتب بالشكل المتجهي البرامتري على النحو التالي [1]:

$$\frac{d}{ds}\left(T\frac{d\overline{R}}{ds}\right)+\overline{p}=0 \quad (1)$$

حيث:

s: الإحداثيات القوسية بالناقل، m.

$\overline{R}$: نصف قطر المتجه الذي يحدد التوضع الفراغي للناقل شكل (1)، m.

T: طويلة التوتر الميكانيكي، N.

$\overline{p}$: متجه القوى الإجمالية المؤثرة على وحدة طول الناقل، N/m .

الإحداثيات القوسية s في المعادلة (1) لا يمكن أن تكون متحول مستقل لأنها تتغير نتيجة للتمدد الحراري والمرن للناقل ولذلك فإنها تابع للتوتر والحرارة.

ويعبر عنها كدالة للمتغير الثابت s_0 الذي هو عبارة عن طول الناقل قبل التمدد.

بعد تعويض المتغيرات بقيمها وإجراء التبديلات المناسبة فإن المعادلة (1) تأخذ الشكل التالي:

$$\frac{d^2X}{dS_0^2}=C^2\left\{\frac{dx}{ds_0}\left(Px\frac{dZ}{ds_0}+P_y\frac{dy}{ds_0}\right)-P_z\left[\left(\frac{dZ}{ds_0}\right)^2+\left(\frac{dy}{ds_0}\right)^2\right]\right\}-\frac{Px}{a^2}$$

$$\frac{d^2Y}{dS_0^2}=C^2\left\{\frac{dy}{ds_0}\left(P_X\frac{dx}{ds_0}+P_Z\frac{dz}{ds_0}\right)-P_y\left[\left(\frac{dx}{ds_0}\right)^2+\left(\frac{dz}{ds_0}\right)^2\right]\right\}-\frac{Py}{a^2} \quad (2)$$

$$\frac{d^2Z}{dS_0^2}=C^2\left\{\frac{dz}{ds_0}\left(P_X\frac{dx}{ds_0}+P_y\frac{dy}{ds_0}\right)-P_z\left[\left(\frac{dy}{ds_0}\right)^2+\left(\frac{dx}{ds_0}\right)^2\right]\right\}-\frac{Pz}{a^2}$$

حيث:

$$a=\frac{1}{\alpha y(1+\alpha_t\theta)} \quad , \quad C^2=\frac{a^2-\lambda^2}{a^2\lambda^2(1+e)^2} \quad , \quad \lambda^2=\frac{T}{1+e}$$
$$T=\frac{e-\alpha_t\theta}{\alpha y(1+\alpha_t\theta)} \quad , \quad e=\sqrt{\left(\frac{dx}{ds_0}\right)^2+\left(\frac{dy}{ds_0}\right)^2+\left(\frac{dz}{ds_0}\right)^2}-1 \quad (3)$$

حيث:

x, y, z : مساقط نصف قطر المتجه الذي يصف التوضع الفراغي للناقل (شكل M ،(1

S_0 : الإحداثيات القوسية للناقل قبل التمدد، $T=0$, $\theta=0C$ M

T: التوتر الميكانيكي للناقل، dN

e: التمدد النسبي للناقل.

θ: حرارة الناقل، C°.

α_t: عامل التمدد الحراري للناقل.

$\alpha y=\frac{1}{EA}$ (E: معامل المرونة للناقل N/M^2، A: المقطع الفعلي للناقل M^2)

Pz, Py, Px : مساقط متجه القوى الإجمالية على وحدة طول الناقل.

متجه القوة الإجمالية في المعادلة (1) يساوي:

$$\overline{P} = \overline{Q} + \overline{G} + \overline{V} + \overline{F} \quad (4)$$

حيث:

$\overline{F}, \overline{V}, \overline{G}, \overline{Q}$: متجهات الحمولة من الوزن والجليد وتأثير الريح على وحدة طول الناقل والحمولة المكافئة للقوى المتمركزة في مكان توضعها.

بفضل استخدام الصيغة البرامترية المتجهية لكتابة المعادلة (1) يمكن أن تحدد الوضعية الفراغية والتوتر الميكانيكي للنواقل المرنة مهما كان وضعها الفراغي تحت تأثير الجليد وبشكل عام تحت تأثير قوى الريح غير المتجانسة والمتجهة بزاوية إلى الفتحة.

عوازل الاستناد لخطوط نقل القدرة الكهربائية كما هو الحال بالنسبة للنواقل يمكن أن نتصورها في الحسابات بخيط مرن ذو كتلة موزعة بشكل متجانس بطولها. الخواص المرنة تحددها النوابض الفولاذية للعوازل ولذلك فإن النموذج الحسابي لسكونية النواقل المرنة لخطوط نقل القدرة الكهربائية العالية الجهد يملك شكل خيط مرن متجانس بالأقسام (شكل 1) في مكان اتصال جزأين غير متجانسين ندخل عناصر مكافئة للنواقل المرنة التي حمولتها وكذلك محدداتها تحسب كمتوسط حسابي من حمولات وبرامترات النواقل والعوازل.

في نقاط وصل القطع المباعدة والملاقط والمشدات شكل (1) تؤثر قوى متمركزة تستبدل هذه القوى المتمركزة على أساس المبدأ المعروف من نظرية الإنشاءات بقوى متوزعة.

$$\overline{F} = \bar{f}\, ds \quad (5)$$

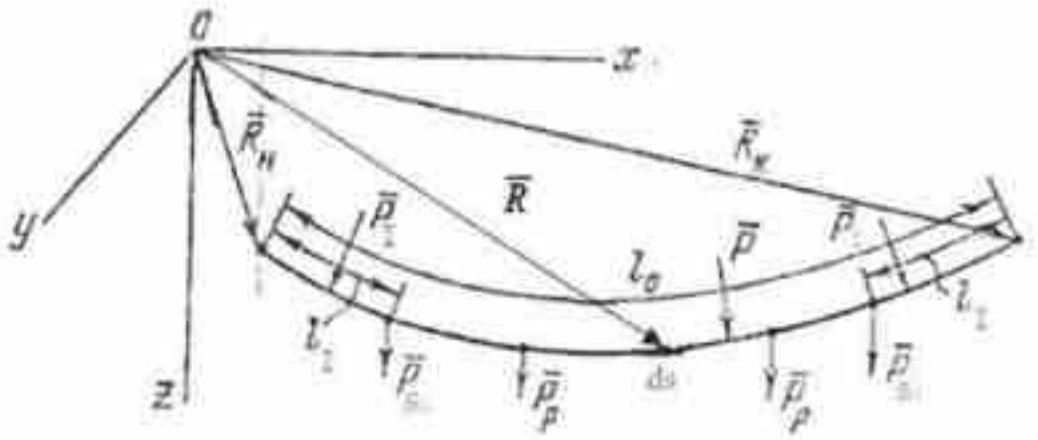
حيث:

F متجه القوى المتمركزة، N.

$\bar{f}$ متجهة القوى المتوزعة المكافئ لها، N/M.

ووفقاً لهذه الطريقة فإن متجه القوى الإجمالية المتوزعة المؤثرة على عنصر الخيط المرن بما في ذلك نقطة تعليق القوى المتمركزة تساوي:

$$\overline{P} = \overline{P} + \bar{f} \quad (6)$$



شكل (1) النموذج الحسابي لخط نقل قدرة كهربائية عالي الجهد ذا نواقل مرنة ($\overline{P}_g$ وزن نصف وصلة الاستمرار، $\overline{P}_P$ وزن القطع المباعدة، $\overline{R}_H$ ، $\overline{R}_K$ المتجهات الحدية التي تصف نقاط تثبيت النواقل المرنة إلى الأبراج، l_0 طول النظام المرن (ناقل-عازل) قبل التمدد، $\overline{P}_l$ الحمولة النوعية على واحدة طول العازل، l_l طول العازل، $\overline{P}$ الحمولة النوعية على واحدة طول الناقل).

وهكذا في نقاط تثبيت النواقل إلى العوازل ووصلات الاستمرار تنعدم الانكسارات التي يعود سببها إلى توضع القوى المتركزة وبالتالي ليس هناك انقطاع في المشتقات بطول النظام المرن. هذا يسمح بوصف سكونية نواقل هذا النظام باستخدام معادلة سكونية الخيط المرن (2).

المعادلة (2) هي عبارة عن معادلة تفاضلية لا خطية عادية من الدرجة الثانية، يعرف حل هذه المعادلات في نقطتين من فتحة خطوط نقل القدرة الكهربائية وتحددها المتجهات الحدية المعلومة من الرسوم التصميمية لخطوط نقل القدرة التي تصف نقاط تثبيت النواقل المرنة إلى الأبراج (شكل 1) تتفق إحداثيات المتجهات بعد ذلك مع الأخذ بالحسبان انحناء الأبراج التي تحددها العبارات المعروفة من نظرية الإنشاءات للنوابض المرنة.

وبالتالي فإن مسألة تحديد الشروط الابتدائية تؤدي إلى حل مسألة حدية وتنحصر في البحث عن دالة تحقق داخل القطعة $[0,l_0]$ المعادلة (2) وبنهايتي القطعة الشروط الحدية التي هي عبارة عن دالة لتوتر الناقل.

الحل العددي لهذه المسألة يتم بطريقة الفروق المنتهية [4] ذو الخطوة التكاملية h، حل نظام معادلات الفروق المنتهية اللاخطية الذي تم الحصول عليها بهذه الطريقة يتم على أساس التقريبات المتوضعة داخل بعضها بعضاً بالنسبة للإحداثيات، التوتر أو طول الناقل والشروط الحدية.

على كل خطوة من التقريب الأولي يجب حل نظام معادلات جبرية خطية والتي يتم حلها بطريقة الحذف لجاوس [3 ,4].

وفقاً للحالة المناخية التي نعتبرها حسابية لتحديد الشروط الابتدائية فإن التقريب الثاني عند الحل العددي للمعادلة (2) يأخذ إما بالجهد أو بطول الناقل في حالة التركيب أو في نظام القوى المناخية الابتدائي للتصميم بالتوتر المعطى أو بسهم التدلي نحدد طول النظام وفقاً للحالة المناخية التي نعتبرها حسابية لتحديد الشروط الابتدائية فإن التقريب الثاني عند الحل العددي للمعادلة (2) يأخذ إما بالتوتر الميكانيكي أو بطول الناقل في حالة التركيب أو في نظام القوى المناخية الابتدائي للتصميم بالتوتر المعطى أو بسهم التدلي نحدد طول النظام المرن (ناقل-عازل) قبل التمدد l_0 الذي هو عبارة عن محدد أساسي لتحديد التوتر ووضعية النواقل المرنة في حالات الحمولة المناخية التي تختلف عن حالة التركيب وهكذا فإن معادلة الخيوط المرنة تستخدم كمعادلة لحالة الناقل.

ويتم الحساب على النحو التالي:

بطريقة التقريب البسيط نحدد قيمة الإحداثيات كدالة ثابتة في هذا التقريب للتوتر والشروط الحدية وبعد بلوغ الدقة المطلوبة في تحديد الإحداثيات بطريقة التقسيم النصفي يتم التقريب بالتوتر أو بطول الناقل، استخدام طريقة التقسيم النصفي ممكن بفضل معرفة كيفية تغير الدالة $\overline{R}$ عند تغير التوتر وتنتهي العملية الحسابية للتقريب بالشروط الحدية القيمة التقريبية للإحداثيات تحسب على أساس تصور

الناقل خط مستقيم أما تحديد القيمة التقريبية الأولية للتوتر فيتم الحصول عليها على أساس تصوره في المخطط الحسابي كعارضة بسيطة محملة بنفس القوى التي يحمل بها الناقل.

يتم حساب النواقل المنشطرة على مرحلتين في المرحلة الأولى لا يأخذ بالاعتبار التوضع الحقيقي للنواقل المنشطرة في الطور ويفترض أنها تتوضع على محور الطور ولهذا فإن النواقل المنشطرة تستبدل بناقل مكافئ يتم حسابه بالطريقة المسرودة أعلاه.

أما في المرحلة الثانية فيأخذ بالحسبان التوضع الحقيقي للنواقل داخل الأطوار المنشطرة.

النتائج والمناقشة

باستخدام هذه الطريقة كُوّن برنامج لحساب سكونية النواقل المرنة لخطوط نقل القدرة الكهربائية العالية الجهد.

على الشكل (1) يوضح المخطط الصندوقي لخوارزمية حساب سكونية النواقل المرنة لخطوط نقل القدرة الكهربائية العالية للجهد في مختلف الظروف المناخية.

في الصندوق (1) تدخل المعطيات الأولية للنواقل المرنة لخطوط نقل القدرة الكهربائية العالية الجهد والتي يتم الحصول عليها من المراجع وكذلك مجموعة الظروف المناخية المأخوذة من قواعد التجهيزات الكهربائية (سماكة طبقة الجليد، سرعة الريح، حرارة الهواء) في الصندوق (2) تحدد الشروط الحدية والثوابت الأخرى.

في البرنامج الفرعي حساب القوى المناخية صندوق (3) بالسرعة المعطاة للريح وسماكة طبقة الجليد نحسب القوى الريحية والجليدية المتوزعة لكل حالة مناخية عند تحديد قوى الجليد على القطع المباعدة نأخذ بالحسبان كتلة القطع المباعدة والجليد عليها.

الصناديق 4، 6، 8، 9 على الشكل 1 متشابهة هيكلياً وهي عبارة عن برنامج فرعي منفصل يستخدم لحساب سكونية خطوط نقل القدرة الكهربائية في حالة مناخية واحدة.

الصندوق 4 يستخدم عند حساب الحالة الابتدائية للتصميم بالجهد المعطى T_1 نحدد طول النظام المرن ناقل عازل قبل التمدد وبدون تسخين الذي هو محدد أساسي لتحديد التوتر ووضعية النواقل في حالات أخرى (الصناديق 10، 9).

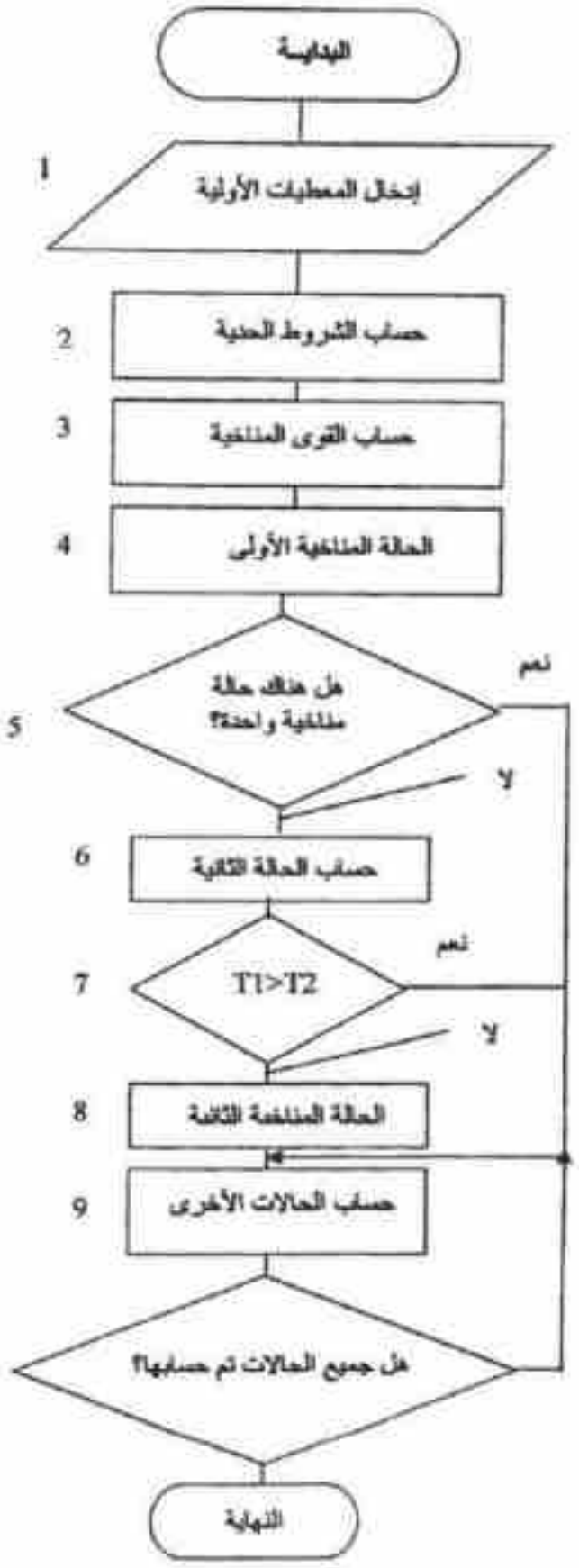
لمعرفة مجموعة الشروط المناخية التي يحدث بها التوتر الميكانيكي الأعظمي في النواقل نختار من حالتين مقترحتين الحالة الابتدائية للتصميم (الصناديق 8، 5) بالتوتر المعطى في إحدى الحالات T_1 نحدد الوتر T_2 في الحالة الأخرى (الصندوق 6) فإذا كان $T_1 < T_2$ الصندوق (7) فإن الحالة الثانية تعتبر ابتدائية للحساب (الصندوق 8). يسمح هذا البرنامج بالقيام بالحسابات الميكانيكية للنواقل المرنة في عدة حالات مناخية.

المخطط الصندوقي لخوارزمية الحسابات الميكانيكية للنواقل المرنة لخطوط نقل القدرة الكهربائية في حالة مناخية واحدة موضح على الشكل (3) حيث يتم الحساب بهذه الخوارزمية على النحو التالي:

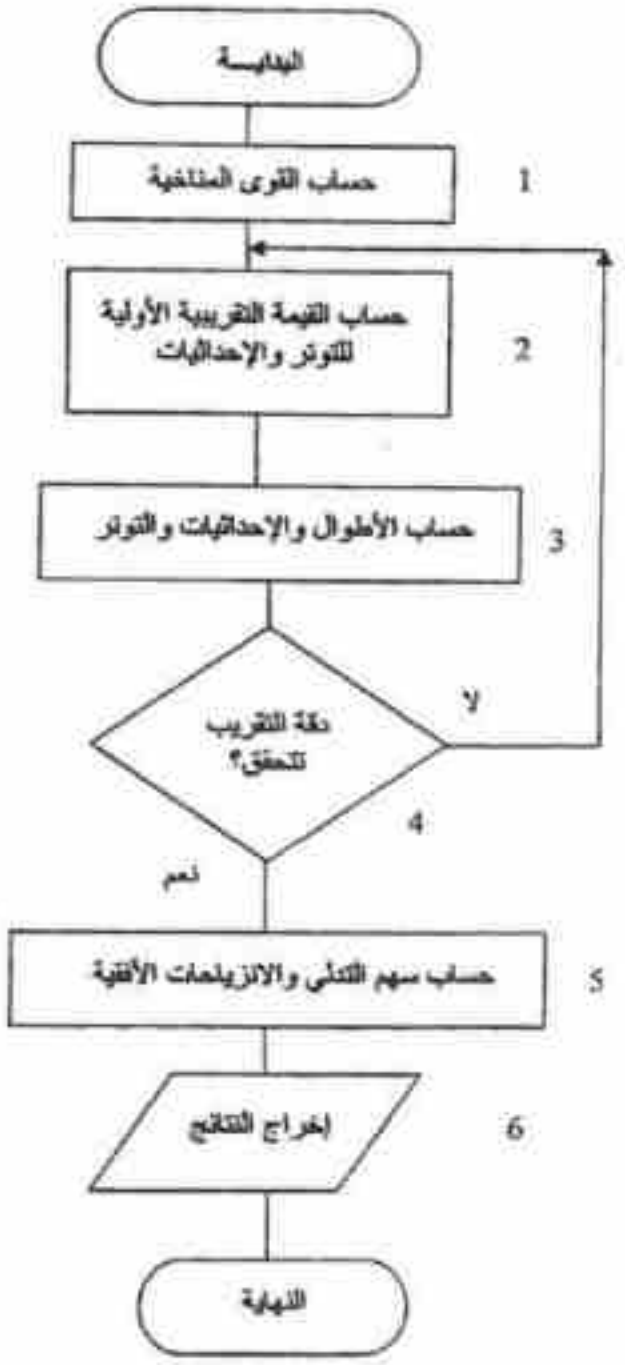
في البداية نوجد القوى المتوزعة على الناقل مع الأخذ بالحسبان الريح والجليد وكذلك القيمة التقريبية الأولية للقوى المتوزعة من وصلات الاستمرار (صندوق 1) وبعد ذلك نقوم بحساب القيمة التقريبية للتوتر والإحداثيات (صندوق 2).

يتم تحديد طول الناقل والإحداثيات والتوتر في برنامج منفصل (صندوق 3) وبعد ذلك تدقق إحداثيات نقاط تثبيت النواقل على الأبراج فإذا كانت قريبة من الإحداثيات المحسوبة (صندوق 4) فإننا نحسب سهوم التدلي والانزياحات الأفقية في النقاط المعطاة (صندوق 5) وبعد ذلك نقوم بطباعة النتائج على شكل جدول (صندوق 6).

على الشكل (4) توضح خوارزمية حساب طول وإحداثيات وجهد النواقل مع الأخذ بالاعتبار التمدد المرن.



شكل (2): خوارزمية الحساب الميكانيكي للتوائل المرنة في مختلف الظروف المناخية



شكل (3): خوارزمية الحساب الميكانيكي للتوائل المرنة في إحدى الحالات المناخية

حساب الإحداثيات، التوتر وكذلك طول الناقل يتم بمعادلة الخيط المرن اللدن في الشكل (4). هذه المسائل تحل عن طريق التقريبات المتوضعة داخل بعضها بعضاً بالإحداثيات (الصناديق 8–6) وبالطول أو الجهد (22–8) عند تغير التوتر بطريقة غاوس تحسب إحداثيات أجزاء الناقل (6). الإحداثيات التي تم الحصول عليها R_2 تقارن مع السابقة وعند بلوغ الدقة المعطاة ε_1 في تحديد الإحداثيات في البرنامج، $\varepsilon_1 = 10^{-6}$ يدقق تمدد الأجزاء e والتوتر T_2 (9). التوتر T يقارن مع التوتر السابق T_1 (10) إذا حصلنا على الدقة المطلوبة ε_2 في تحديد التوتر $\varepsilon_2 = 0.02$ يتم الانتقال إلى المخطط الصندوقي التالي (الصندوق 23). العملية التقريبية التالية يمكن أن تبنى لحل المعادلة بالنسبة لطول الأجزاء h_0 أوالتوتر T. في الحالة الابتدائية للقوى المناخية يتحقق التقريب بالنسبة لـ h_0. علامة الحالة الابتدائية $K_3 = -1$. في هذه الحالة كمحدد متغير لـ T_1 يأخذ طول الناقل. الطول التقريبي الأول لطول الناقل يأخذ من معادلة الخيط اللدن. نتيجة التقريب القيمة النهائية $h_0 = T_1 / n_4$ (الصندوق 22).

خلافاً للحالة الابتدائية للقوى المناخية، فإن التقريب يمكن أن يبنى بالنسبة للتوتر T، علامة هذه الحالة هي: $K_3 = 1$

عندئذ: التقريب الأولي $T_1 = T_H$ (الصندوق 4).

حيث:

T_H: القيمة الابتدائية للتوتر محسوبة بمعادلة الخيط اللدن (غير المرن) على الخطوة الأولى للتقريب الخارجي T أو مأخوذة من الخطوة السابقة لهذه التقريبات أو بطريقة التقسيم النصفي (الصناديق 17–11) في البرنامج.

$\Delta T = 100\,dN$ أو $\Delta L = 0.1$

$n_4 = 1$, $n_0 = 1$

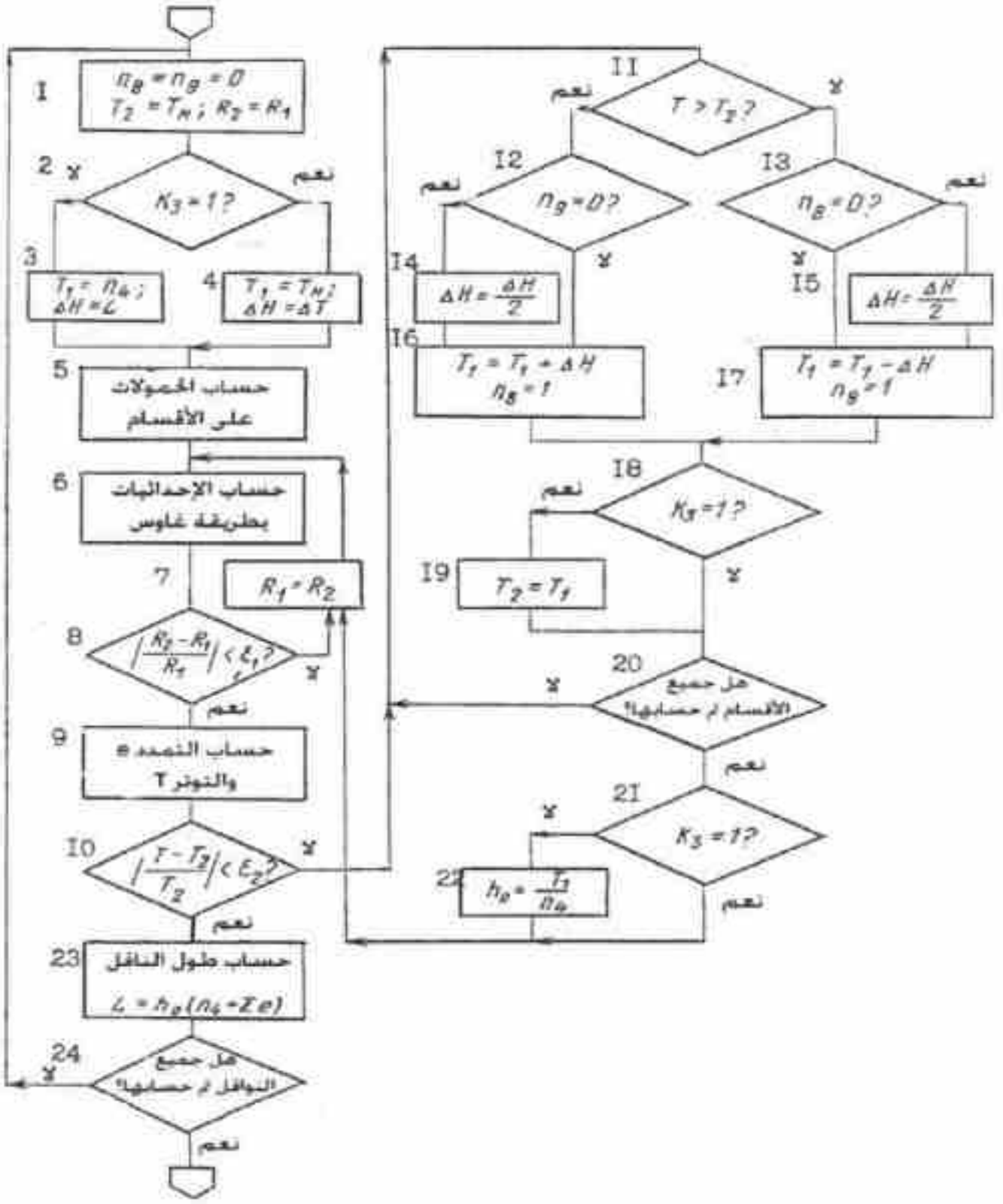
الصناديق (17–16) تتوافق مع زيادة أو تناقص المتغير T_1.

نتائج الحساب بالبرنامج تمت مقارنتها مع التي تم الحصول عليها بالطريقة التقريبية /2/ جدول (1).

إن المحددات غير المتغيرة في عملية الحساب هي طول الفتحة (45 m) ماركة الناقل $2\times AS-500/64$، كتلة متر واحد من العازل (48 m)، التوتر (1200 dN)، المسافة بين القطع المباعدة (6m)، كتلة القطعة المباعدة (21.5 dN).

كما نرى من الجدول (1) عند حساب سهم التدلي يبلغ الفرق بالحساب صفراً عند طول عازل 2 متر وعند زيادة طول العازل حتى 9M يبلغ الاختلاف 22.04% وعند حساب الانزياح الأفقي يبلغ الفرق بالحساب 0.69-% عند طول عازل 2M يرتفع إلى 4.43% عند طول عازل 9M وعند حساب التوتر يتراوح الخطأ بين (4-20)%.

إن زيادة الأخطاء مع زيادة طول العوازل يمكن شرحه على أساس افتراض الطرق التقريبية بأن مسقط العازل على المحاور الإحداثية يساوي طول العازل نفسه. وهذه الفرضية صحيحة فقط لخطوط نقل القدرة المنخفضة الجهد ولكن طول العازل يزداد مع زيادة الجهد ويبلغ قيماً كبيرة قد تبلغ حوالي 12M لخطوط الجهد 1150 KV كما أن تقوس العوازل لا يأخذ بالحسبان فللعوازل القصيرة لا يختلف طول العازل إلا قليلاً عن طول الوتر الواصل بين نهايتي العازل ولكن مع زيادة طول العازل للجهود ما فوق 220 KV يصبح الاختلاف في هذه الأطوال واضحاً مما يؤثر على حساب المسافات الهندسية بين النواقل وبينها وبين الأبراج ومن النواقل حتى المنشآت الهندسية المجاورة. الخطأ في حساب التوتر يعود إلى الحل التقريبي لمعادلة حالة الناقل في الطريقة التقريبية.



الشكل (4) المخطط الصندوقي لخوارزمية حساب أطوال وإحداثيات وتوتر نواقل خطوط نقل القدرة الكهربائية مع الأخذ بالاعتبار التمدد المرن.

جدول (1): المقارنة بين نتائج الحسابات الميكانيكية بالبرنامج وبالطريقة التقريبية عند تغير طول عازل الاستناد

طول عازل الاستناد	حالة القوى الأعظمية: t=-5c°, C=15mm , V=12,5m/S , T=1200dN						حالة الحرارة الأعظمية: t=70° , V=0 , C = 0		
	سهم المنحني ، M			الأزياح الأفقي ، M			النوتر dN		
	بالبرنامج	بالطريقة التقريبية /2/	الفرق %	بالبرنامج	بالطريقة التقريبية /2/	الفرق %	بالبرنامج	بالطريقة التقريبية /2/	الفرق %
2	2,75	2,75	0	0,72	0,715	-0,69	612	734	19,9
3	3,04	3,08	1,3	0,73	0,7268	-0,44	645	745	15,5
4	3,43	3,57	4	0,74	0,738	-0,27	688	752	9,3
5	3,90	4,14	6,15	0,75	0,75	0	698	757	8,45
7	5,04	5,73	13,69	0,77	0,78	1,2	722	764	5,8
9	6,44	7,86	22,04	0,76	0,793	4,34	734	769	4,8

الاستنتاجات والتوصيات:

1- إعداد نموذج رياضي للحسابات الميكانيكية للنواقل المرنة لخطوط نقل القدرة الكهربائية باستخدام الطريقة المتجهية-البرامترية.

2- وضع برامج بلغتي الفورتران و++C للحسابات الميكانيكية للنواقل المرنة لخطوط نقل القدرة الكهربائية اعتماداً على النموذج السابق كما وتسمح هذه البرامج بحساب القوى المؤثرة على النواقل والعوازل واستخدام بنك معلومات عن الصفات الفيزيائية والميكانيكية لها.

3- إن حساب النواقل المرنة لخطوط نقل القدرة الكهربائية العالية الجهد بالطرق القائمة يؤدي إلى أخطاء كبيرة نتيجة لوجود سلسلة عوازل طويلة وعدم حساب التمددات المرنة والحرارية.

4- يمكن استخدام هذه الطريقة والبرنامج لاحقاً في الحسابات الديناميكية لخطوط نقل القدرة الكهربائية.

المراجع:

1- CHEDROUVE F S., 1991- **Mechanical basic of ladin lines.** Industrial press, USSR, 172 p.

2- BCHINAKOVICH A D.,1990- **Power station transform transmission calculation and the electric power transmission lines**. Industrial press , USSR, 284 p.

3- **الميرمي سعيد،1994- مبادئ التحليل العددي.** الدار العربية للكتـــاب، ليبيـــا، 288 صفحة.

4- NAKAMURA., 2000- **Applied Numerical Methods in shoichiro**. Ohio state university, USA, 2000,604 p.

The vector parameter method use to the mechanical calculation of the electrical power transmission lines

□ Abstract □

The present work includes a mathematical model for mechanical calculations of the elastic conductors of the electrical power transmission lines, considering the elastic and thermal expansions of the insulators and conductors this will allow a vector parametric method to write a statistical conductor equation and to determine the space- situation and mechanical tension of the elastic conductors transmission n lines, what ever its situation under the snow effects, and generally under inhomogeneous wind – power effect directions.

We prepared a mathematical model using the C++ and fortran programs, that allow us to do the mechanical calculations for the transmitors and insulators of 12 climatical conditions … this mathematical model and program can be used as a primary case to do such calculations on the electrical power transmission dynamics.

The present uses of the elastic conductors of the electrical power lines, lead to many errors in calculations due to.

Key words : Vector – Parameter method, transmission lines , mathematical model, statistical conductors equation.