مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية سلسلة العلوم الهندسية المجلد 15 (العدد 1) 1413-1993.

دراسة ضياع الاستطاعة في خطوط نقل الطاقة الكهربائية المتجانسة وغير المتجانسة

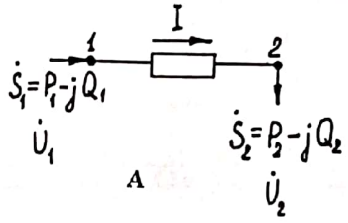
الدكتور جورج اسبر
استاذ مساعد في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
جامعة تشرين

تعتبر الدراسة الرياضية لضياع الاستطاعة في شبكات نقل القدرة الكهربائية المتجانسة وغير المتجانسة مهمة جداً لأنها تبين لنا امكانية استخدام مختلف أنواع العلاقات التي تعطينا الحل المناسب.

تم في هذا البحث ايجاد العلاقات الرياضية التقريبية والدقيقة التي تستخدم لايجاد ضياع الاستطاعة في الشبكات الكهربائية المتجانسة وغير المتجانسة لمختلف التوترات. وبالاضافة الى ذلك تم تحديد العامل الأساسي المؤثر على الخطأ في المعادلات التقريبية وهو عدم الأخذ بالخصائص الفيزيائية التي تؤدي الى توزيع المفاعلة والسماحية السعوية بشكل متساو على طول الخط.

1 - الـــدارة المكافئـــة للشـــبكة الكهربائية

فـي البدايـة نـدرس طريقـة حسـاب الضياعات بواسطة مثال يوضح على دارة بسيطة كما في الشكل (1)، الخط 1 – 2 يمثل دارة مؤلفة من مقاومة فعلية ومقاومة ردية (مفاعلة)، وفي نهاية الخط يوجد حمل شكل (1, A) أو سماحية Y شكل (B,1).



شكل (1)

نعتبر أن هذه الدارة ثلاثية الطور ومتناظرة، أي أن التوتر متناظر في الأطوار الثلاثة، وكذلك ممانعات الأطوار الثلاثة للمولد متساوية و الأحمال موزعة بشكل منتظم. ومن هنا نبدأ بحساب الاستطاعة الظاهرية

$$\dot{S} = \sqrt{3}\,\dot{U}\,\dot{J}$$

حيث

U - التوتر الخطي المركب المرافق ؛

I - التيار الخطي المركب ؛

$S = P - J\,Q$ – الحمل ذو صفة تحريضية

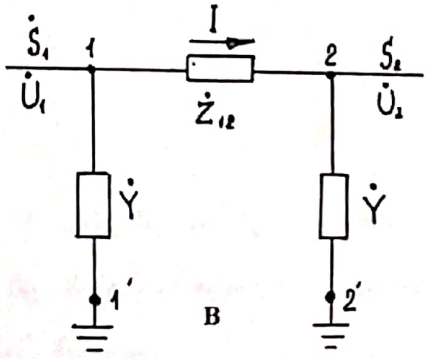
$S = P + J\,Q$ – الحمل ذو صفة سعوية،

Q , P - الاستطاعة الفعلية والردية للأطوار الثلاثة.

لقد اعتبرنا الدليل (1) في علاقات هذا البحث مطابقاً لعناصر الدارة في بداية الشبكة والدليل (2) مطابقاً لعناصر الدارة في نهاية الشبكة.

العلاقة بين التوتر في بداية الشبكة ونهايتها تعطى كما يلي :

$$U_1 = U_2 + \sqrt{3}\,I\,Z$$



وهذه العلاقة تطابق معادلة التوتر المرافق المركب

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_2 + \sqrt{3}\,\dot{I}\,\dot{Z} \qquad (1)$$

نضرب طرفي العلاقة (1) بالقيمة $(\sqrt{3}I)$ فنحصل على المعادلة التالية:

$$\sqrt{3}\,\dot{U}_1\,I = \sqrt{3}\,\dot{U}_2\,I + 3I^2\,\dot{Z}$$

وحسب علاقة الاستطاعة الظاهرية المعمول بها

$$\dot{S}_1 = \dot{S}_2 + \Delta\dot{S}$$

وكما معروف فان ضياع الاستطاعة

الفعلية والردية يحسبان كما يلي :

$$\Delta P = 3I^2 R, \Delta Q = 3I^2 X \quad (2)$$

ومنه نعبر عن ضياع الاستطاعة الظاهرية كما يلي:

$$\Delta \dot{S} = \Delta P - j\Delta Q = 3I^2 R - j3I^2 X \quad (3)$$

اذا كانت الأحمال معروفة، يحسب التيار المار في الشبكة كما يلي:

$$I = \frac{S_2}{\sqrt{3}\,\overset{*}{U}_2}$$

ومربع القيمة المطلقة للتيار

$$|I|^2 = \frac{1}{3}\left|\frac{S_2}{U_2}\right|^2. \quad (4)$$

نعبر عن العلاقة (2) من خلال العلاقة (4) فنحصل على معادلة لحساب ضياع الاستطاعة في الشبكة وذلك بمعرفة المعطيات في نهاية الخط

$$\Delta S = \left|\frac{S_2}{\overset{*}{U}_2}\right|^2 \overset{*}{Z}, \quad (5)$$

أو بالشكل التالي

$$\Delta S = \Delta P - j\Delta Q = \frac{S_2^2}{U_2^2} R - j\frac{S_2^2}{U_2^2} X \quad (6)$$

ومنه

$$\Delta P = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_2^2} R; \Delta Q = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_2^2} X$$

عندما تكون معطيات عناصر بداية الشبكة معروفة كالتوتر U_1 والاستطاعة S_1 فان الحسابات تجري كما يلي:

$$U_2 = U_1 - \sqrt{3}IZ$$

$$S_2 = S_1 - \Delta S$$

عندما نعوض بدلاً من ΔS في العلاقة (2) الاستطاعة في بداية الشبكة فنحصل على ما يلي:

$$S_1 = \sqrt{3}\,\overset{*}{U}_1 I$$

ويكون مربع القيمة المطلقة للتيار

$$|I|^2 = \frac{1}{3}\left|\frac{S_1}{\overset{*}{U}_1}\right|^2. \quad (7)$$

نعوض العلاقة (7) بالعلاقة (2) نحصل على:

$$\Delta S = \left|\frac{S_1}{\overset{*}{U}_1}\right| \overset{*}{Z} \quad (8)$$

أو كما يلي :

$$\Delta S = \Delta P - j\Delta Q = \frac{S_1^2}{U_1^2} R - j\frac{S_1^2}{U_1^2} X,$$

من هنا فان

$$\Delta P = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_1^2} R\ ;\ \Delta Q = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_1^2} X. \quad (9)$$

في كثير من الأحيان نستعمل بدلاً من التيار في الدارة Y المسايرة المكافئة لعناصر الشبكة، مع أنه في تلك

الحالة يكون التوتر معروفاً عند نقطة اتصال المسايرة بالدارة، لذلك ولحساب ضياع الاستطاعة في المسايرة مثال شكل من الأفضل استعمال العلاقة التالية (B-1):

$$\Delta S = U_1^2 Y_1 \qquad (10)$$

2 ـ ضياع الاستطاعة في خطوط نقل الطاقة الكهربائية المتجانسة

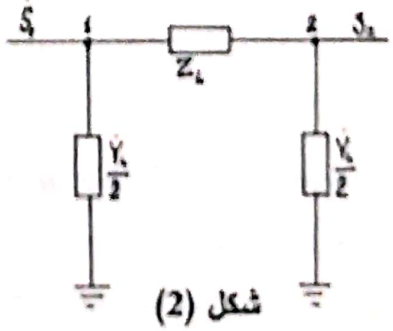
يمكن أن نعبر عن خط نقل القدرة الكهربائية ذات الدارة المكافئة شكل (2) بخط مؤلف من ممانعة Z ومسايرة Y_1 و Y_2 لذلك وبالاعتماد على العلاقة (5) والعلاقة (10) فان ضياع الاستطاعة في خطوط نقل القدرة الكهربائية المتجانسة يحسب كما يلي:

$$\Delta S_L = \left|\frac{S_2}{\dot{U}_2}\right|^2 Z_L + \Delta S_{LOC} \qquad (11)$$

أو

$$\Delta P_L = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_2^2} R_L + \Delta P_{COR} \qquad (12\text{-a})$$

$$\Delta Q_L = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_2^2} X_L + \Delta Q_C \qquad (12\text{-b})$$



شكل (2)

حيث ΔP_{LOC} ضياع الاستطاعة الفعلية في الخط أثناء عمله بدون حمل (على فراغ)، ΔP_{COR} ضياع الاستطاعة الفعلية الناتجة من الكورونة،

ΔQ_c الاستطاعة الشحنية التي تولدها الخطوط الكهربائية

نعبر عن المعادلات (12-a) و (12-b) بالواحدات النسبية منسوبة الى الاستطاعة المرجعية (الأساسية) $(S_b=S_{NAT}, U_b=U_2)$.

حيث S_b ـ الاستطاعة المرجعية،

S_{NAT} الاستطاعة الطبيعية (عندما تتساوى الاستطاعة الردية التي تولدها مولدات المحطات الكهربائية مع الاستطاعة الشحنية للخطوط الكهربائية عند ذلك تنقل في الخطوط استطاعة فعلية فقط تسمى الاستطاعة الطبيعية).

U_b – التوتر المرجعي

$$\Delta P_L = (P_*^2 + q_*^2) r_{*L} + \Delta P_{cor} \qquad (13)$$

$$\Delta q_L = (P_*^2 + q_*^2) r_{*L} + \Delta q_{*C} \qquad (13\text{-a})$$

نلاحظ أن العلاقة (12-B) استنتجت من أساس المعادلة التقريبية (1) التي لا تأخذ في الاعتبار الصفة الموجية والتوزيع المتساوي لعناصر الخطوط الكهربائية على طول امتدادها، وبشكل عام يحسب ضياع الاستطاعة في الخطوط ذات الطول L من

العلاقة التالية :

$$\Delta S_L = 3\overset{*}{Z}_{OL}\int_0^L I_L^2 dl \qquad (14)$$

حيث I_L - التيار في نقطة من الخط، واقعة على مسافة L من نهايته

$$I_L = I_2 ch\gamma l + \frac{1}{\sqrt{3}}\frac{U_2}{Z_e} sh\gamma l \qquad (15)$$

يمكن أن نحلل العلاقة (15) الى قسمين الأول قسم حقيقي والثاني وهمي

$$ch\gamma l = ch\beta l\cos\alpha l + jsh\beta l\sin\alpha l$$
$$sh\gamma l = sh\beta l\cos\alpha l + jch\beta l\sin\alpha l$$

ولتسهيل التحويل الرياضي للتيار في نهاية الخط، فاننا نحسبه من خلال الاستطاعة الفعلية، والردية والتوتر وذلك بالعلاقة التالية:

$$I_2 = (P_2 - jQ_2)/\sqrt{3}U_2 \qquad (15\text{-a})$$

هنا شعاع التوتر U_2 يطابق المحور الحقيقي للسطح المركب.

نحول العلاقة (15) الى الشكل التالي:

(16)

$$I_L = \frac{1}{\sqrt{3}}[(\frac{P_2}{U_2}ch\beta l\cos\alpha l + \frac{Q_2}{U_2}sh\beta l\sin\alpha l + \frac{U_2}{Z_2}sh\beta l\cos\alpha l) + j(\frac{P_2}{U_2}sh\beta l\cos\alpha l - \frac{Q_2}{U_2}ch\beta l\cos\alpha l + \frac{U_2}{Z_e}ch\beta l\sin\alpha l)]$$

من هنا يكون مربع القيمة المطلقة للتيار :

$$|I_L|^2 = \frac{1}{3}[\frac{1}{2}\frac{S_2^2}{U_2^2}(ch2\beta l - \cos2\alpha l) + \frac{1}{2}\frac{U_2^2}{Z_e}(ch2\beta l - \cos2\alpha l) + \frac{P_2}{Z_C}sh2\beta l - \frac{Q_2}{Z_C}\sin2\alpha l]$$

نعوض قيمة علاقة مربع معامل التيار بالعلاقة (14) نحصل على ما يلي:

(17)

$$\Delta S_L = \overset{*}{Z}_{OL}\int_0^L [\frac{1}{2}\frac{S_2^2}{U_2^2}(ch2\beta l - \cos2\alpha l) + \frac{1}{2}\frac{U_2^2}{Z_c^2}(ch2\beta l - \cos2\alpha l) + \frac{P_2}{Z_c}sh2\beta l - \frac{Q_2}{Z_C}\sin2\alpha l]dl$$

بعد التكامل والتحويل للعلاقة (17) تصبح على الشكل التالي :

(18)

$$\Delta S_L = [\frac{1}{2}\frac{S_2^2}{U_2^2}(\frac{sh2\beta l}{2\beta} + \frac{\sin2\alpha l}{2\alpha}) + \frac{1}{2}\frac{U_2^2}{Z_C^2}(\frac{sh2\beta l}{2\beta} - \frac{\sin2\alpha l}{2\alpha}) + \frac{P_2}{Z_C}(\frac{ch2\beta l - 1}{2\beta}) + \frac{Q_2}{Z_C}(\frac{\cos2\alpha l - 1}{2\alpha})]\overset{*}{Z}_{OL}$$

أو نعبر عن ذلك بالواحات النسبية

($S_b = S_{NAT}$; $U_b = U_2$)

(18 _ a)

$$\Delta S_{\bullet} = [\frac{1}{2} S_{\bullet 2}^2 (\frac{sh2\beta l}{2\beta} + \frac{\sin 2\alpha l}{2\alpha}) + \frac{1}{2}(\frac{sh2\beta l}{2\beta} - \frac{\sin 2\alpha l}{2\alpha}) + P_{\bullet 2}(\frac{ch2\beta l - 1}{2\beta}) + q_{\bullet 2}(\frac{\cos 2\alpha l - 1}{2\alpha})]\dot{Z}_{OL}$$

من هنا

(19)

$$\Delta P_L = [\frac{1}{2}\frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_2^2}(\frac{sh2\beta l}{2\beta} + \frac{sin2\alpha l}{2\alpha}) + \frac{1}{2}\frac{U_2^2}{Z_c^2}(\frac{sh2\beta l}{2\beta} - \frac{sin2\alpha l}{2\alpha}) + \frac{P_2}{Z_c}(\frac{sh2\beta l - 1}{2\beta}) + \frac{Q_2}{Z_c}(\frac{cos2\alpha l - 1}{2\alpha})]R_{OL}$$

(19 _ a)

$$\Delta Q = [\frac{1}{2}\frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_2^2}(\frac{sh2\beta l}{2\beta} + \frac{sin2\alpha l}{2\alpha}) + \frac{1}{2}\frac{U_2^2}{Z_c^2}(\frac{sh2\beta l}{2\beta} - \frac{sin2\alpha l}{2\alpha}) + \frac{P_2}{Z_c}(\frac{sh2\beta l - 1}{2\beta}) + \frac{Q_2}{Z_c}(\frac{cos2\alpha l - 1}{2\alpha})]X_{OL}$$

أو في الواحدات النسبية

(20)

$$\Delta P_{\bullet} = [\frac{1}{2}(p_2^2 + q_2^2)(\frac{sh2\beta l}{2\beta} + \frac{\sin 2\alpha l}{2\alpha}) + \frac{1}{2}(\frac{sh2\beta l}{2\beta} - \frac{\sin 2\alpha l}{2\alpha}) + p_2(\frac{sh2\beta l - 1}{2\beta}) + q_2(\frac{\cos 2\alpha l - 1}{2\alpha})]r_{\bullet OL}$$

(20 _ a)

$$\Delta q_{\bullet} = [\frac{1}{2}(p_2^2 + q_2^2)(\frac{sh2\beta l}{2\beta} + \frac{sin2\alpha l}{2\alpha}) + \frac{1}{2}(\frac{sh2\beta l}{2\beta} - \frac{sin2\alpha l}{2\alpha}) + p_2(\frac{sh2\beta l - 1}{2\beta}) + q_2(\frac{cos2\alpha l - 1}{2\alpha})]x_{\bullet OL}$$

بالنسبة للخطوط القصيرة نعتبر أن

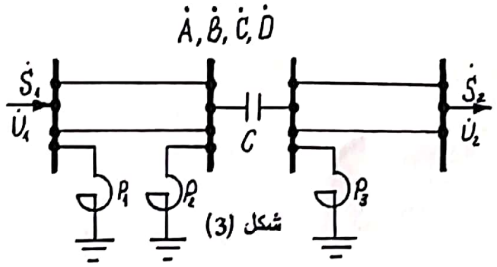
$$sh2\beta l \approx 2\beta l \; ; \; ch2\beta l \approx 1$$
$$sin2\alpha l \approx 2\alpha l \; ; \; cos2\alpha l \approx 1$$

عند هذه الشروط تأخذ المعادلة (18) شكل العلاقة (8)

$$\Delta P_L = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_2^2} R \; ; \; \Delta Q_L = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_2^2} X$$

2 - ضياع الاستطاعة في خطوط نقل الطاقة الكهربائية غير المتجانسة

ان خطوط نقل الطاقة الكهربائية هي عبارة عن منشأة معقدة حيث يوجد أجهزة تعويض سعوية طولانية وكذلك أجهزة تعويض تحريضية لذلك فان هذه الخطوط تسمى خطوط غير متجانسة شكل (3)



شكل (3)

يحسب ضياع الاستطاعة في الخطوط غير المتجانسة من المعادلة التالية:

$$\Delta S_L = S_1 - S_2 \qquad (21)$$

لايجاد ضياع الاستطاعة عندما يكون التوتر والاستطاعة معروفين في نهاية الشبكة ، نستخدم المعادلة الأساسية الأولية:

$$S_1 = \sqrt{3}\,\dot{U}_1 I_1 \qquad (22)$$

نعبر عن القيم U_1 و I_1 من خلال قيم نهاية الخط وعناصره، لذلك فاننا ننظر لهذا الخط كرباعي أقطاب ثوابته A , B , C , D

ومن المبادىء الأساسية للهندسة الكهربائية معروف أن

$$\begin{aligned} U_1 &= AU_2 + \sqrt{3}BI_2 \\ U_1 &= AU_2 + \sqrt{3}BI_2 \\ I_1 &= \frac{C_1}{\sqrt{3}}U_2 + D_2 I_2 \end{aligned} \qquad (23)$$

الثوابت المركبة A , B , C , D تكتب على الشكل التالي :

$$\begin{aligned} &A=A'+jA'' \\ &B=B'+jB'' \\ &C=C'+jC'' \\ &D=D'+jD'' \\ &A=A'-jA'' \\ &B=B'-jB'' \\ &C=C'-jB'' \end{aligned} \qquad (24)$$

$$D=D'-jD''$$

من العلاقة (23) و (24) وعند وجود حمل تحريضي فان

$$S_2 = \sqrt{3}U_2 I_2 = p - jQ_2$$
$$;\sqrt{3}U_2 I_2 = p_2 + jQ_2$$

العلاقة (22) تكتب بالشكل التالي :

$$S_1 = ACU_2^2 + \sqrt{3}ADU_2 I_2 + \sqrt{3}BCU_2 I_2 + 3BDI_2^2 \qquad (25)$$

أو كما يلي

$$S_1=(A'-jA'')(C'+jC'')U^2_2+(A'-jA'')(D'+jD'')(P_2-jQ_2)+B'-jB'')(C'+jC'')(P_2+jQ2)+3(B'-jB'')(D'+jD'')I^2_2 \qquad (26)$$

بعد اعادة تنظيم العلاقة (26) فانها تأخذ الشكل التالي :

$$S_1=[(A'C'+A''C'')U^2_2+3(B'D'+B''D'')I^2_2+(A'D'+A''D''+B'C'+B''C'')P_2+(A'D''-A''D'-B'C''+B''C')Q_2]-j[(A'C''-A''C')U^2_2 3(B'D''-D'B'')I^2_2+(A'D''-A''D'+B'C''-B''C')P_2+(B'C'+B''C''-A'D'-A''D'')Q_2] \qquad (27)$$

بالنسبة لرباعي الأقطاب غير الفعال (السلبي) الذي يحتوي على ثوابت مركبة

$$AD-BC=1$$

التي تطابق العلاقتين الحقيقتين

$$A'D'-A''B''-B'C'+B''C''=1$$
$$A'D''+A''D'-B'C''-C'B''=0$$

أو كما يلي :

$$A'D'+B''C'=1+A''D''+B'C' \quad (28)$$
$$A'D''-B'C''=C'B''-A''D'$$

بعد إعادة تحويل العلاقتان (27) و (28) الى شكل أبسط نحصل على ما يلي :

$$S_1=[(A'C'+A''C'')U^2_2+3(B'D'+B''D'')J^2_2 +(2A''D''+2B'C'+1)P_2+2(C'B''-A''D')Q_2] -J[(A'C''-A''C')U^2_2+3(B'D''-B''D')J^2_2+ 2(B'C''-A''D')P_2+(2B'C'-2A'D'+1)Q_2]$$

أو بشكل آخر

(29)

$$S_1=[(A'C'+A''C'')U_2^2+3(B'D'+B''D'')J_2^2 +(2A''D''+2B'C'+1)P_2+2(A''D'-B'C'')Q_2] -J[(A'C''-A''C')U_2^2+3(B'D''-B''D')J_2^2+ 2(A''D'-B''C')P_2+(2B'C'-2A'D'+1)Q_2$$

من هنا نعوض العلاقات (28) و (29) بالعلاقة (21) نحصل على معادلتين لحساب الاستطاعة

(30)

$$\Delta S_L=[(A'C'+A''C'')U_2^2+3(B'D'+B''D'')I_2^2 +(2A''D''+2B'C'+1)P_2+2(B''C'-A'D'')Q_2] -J[(A'C''-A''C')U_2^2+3(B'D''-B''D')J_2^2+ 2(B'C''-A''D')P_2+2(B'C'-A'D')Q_2] - \Delta P_L - J\Delta Q_L$$

(31)

$$\Delta S_L=[(A'C'+A''C'')U_2^2+3(B'D'+B''D'')I_2^2 +2(A''D''+B'C'+1)P_2+2(B''D'-A'D'')Q_2] -J[(A'C''-A''C')U_2^2+3(B'D''-B''D')I_2^2+ 2(A''D'-C'B'')P_2+2(B'C'-A'D')Q_2]$$

من هنا

$$\Delta S=\Delta P_L-J\Delta Q_L;\Delta P_L=\mathrm{Re}S_L$$
$$\Delta Q_L=I_m\Delta S_L$$

القسم الأول من المعادلتين (30) و (31) يشكل الضياع خلال العمل على فراغ (بدون حمل) والقسم الثاني يشكل ضياع الاستطاعة في الدارة المقصورة، واذا اعتبرنا أن $I_2=0$ فان

$$\Delta P_{OC}=\mathrm{Re}(\sqrt{3}AU_2\frac{C}{\sqrt{3}}U_2)=(A'C'+A''C'')U_2^2$$
$$\Delta Q_{OC}=\mathrm{Im}(\sqrt{3}AU_2\frac{C}{\sqrt{3}}U_2)=(A'C''+A''C')U_2^2$$

حيث $\Delta P_{O.C}$ ضياع الاستطاعة الفعلية خلال عمل الدارة على فراغ (بدون حمل)،

$\Delta Q_{O.C}$ ضياع الاستطاعة الردية خلال عمل الدارة على فراغ (بدون حمل).

عند حدوث دارة قصر فان التوتر في نهاية الخط يساوي الى الصفر أي $U_2=O$ من هنا :

$$\Delta P_{SC}=Re(\sqrt{3}BI_2\sqrt{3}DI_2)=3(B'D'+B''D'')I_2^2$$
$$\Delta Q_{SC}=Im(\sqrt{3}BI_2\sqrt{3}DI_2)=3(B'D''+B''D')I_2^2$$

حيث $\Delta P_{s.c}$ ضياع الاستطاعة الفعلية في الدارة المقصورة S. C

$\Delta Q_{s.c}$ ضياع الاستطاعة الردية في الدارة المقصورة

أما بقية الحدود فانها تتعلق بالصفات الموجية وتوزيع عناصر الخط وكذلك بالتيارات السعوية.

العلاقات المستخرجة لحساب ضياع الاستطاعة هي علاقات شاملة وتستخدم لجميع الخطوط.

النتائج

لقد وضع برنامج بلغة الفورتران 77، تم بمساعدته تحديد المجالات التي يمكن بواسطتها استعمال العلاقتين التقريبيتين (11) و (12). وقد تبين أنه يمكن استخدامهما لايجاد ضياع الاستطاعة في شبكات نقل القدرة الكهربائية المتجانسة للتوترات حتى 220 ك. ف، والتوترات 330 - 500 ك. ف لأطوال حتى 400 كم، وكذلك للتوترات 750 ـ 1150 ك. ف لأطوال 700 كم وماعدا ذلك يجب استخدام العلاقتين الدقيقتين (19 و 20) لكل تفريعة متجانسة من الخطوط غير المتجانسة.

ان معادلات ضياع الاستطاعة في الخطوط الكهربائية (19، 20، 30، 31) سهلة اذا حلت بواسطة الآلات الحاسبة الالكترونية وصعبة اذا حلت يدوياً. لذلك وجدت العلاقة التقريبية (11) لاستخدامها في مجالات واسعة بعد ادخال عوامل تصحيح عليها.

يتضح لنا من البحث أنه عند مقارنة ضياع الاستطاعة في خطوط نقل القدرة الكهربائية المحسوبة بالعلاقات الدقيقة، والضياع المحسوب بالعلاقات التقريبية، يكون الخطأ أقل ما يمكن عندما يتم نقل استطاعة طبيعية (أي فقط استطاعة فعلية)في الخطوط الكهربائية بحيث لا يتجاوز الخطأ $\pm$2,5%. كذلك تم استنتاج أن العامل الأساسي المؤثر على الخطأ في المعادلات التقريبية، هو عدم الأخذ بالخصائص الفيزيائية التي تؤدي الى توزيع المفاعلة والسماحية السعوية بشكل متساو على طول الخط.

Power Loss Studies Of Linear and non - Linear Electrical Power- Lines Transmission

This project includes a wide mathematical studies and finding the accurate relations for the power _ loss in homogeneos , and non _ homogeneos electrical nets. A comparison was also made between the widely used approximate relations , and the accurate relations where its using will complicate the solution.

We used the approximate relation directly with the homogenus electrical nets (220 k. v , 330 k. v. , 500 k. v.) at 400 km length, and (750 k.v. ÷1150 k.v.)at 700 km length. Out of these range we used the accurate relations for accurate relations.

The error obtained in the Electrical Power - Transmission was ≈ ±2,5%.

We also find that the main factor affecting in using the approximate relation is due to the physical characteristic leading to the retarding resistance and equivalent Transmission Capacity on the lines.

المراجع المستخدمة

1 - ضياع الاستطاعة والطاقة في الشبكات الكهربائية باسبيلوف ج. ي، صيتشن ن.م. موسكو 1989.

2 - مشاكل الاستطاعة الردية وتأثيرها على ضياع الطاقة الكهربائية في الشبكات . كلييانوف ل. د 1988 موسكو الاتحاد السوفييتي.

3 - نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية زالكسي م. أ 1989 موسكو الاتحاد السوفييتي.

4 - كتاب تخطيط وتصميم الشبكات الكهربائية، منشورات جامعة تشرين د. جورج اسبر، د. أسامة الخياط .1990

5 - كتاب نظم القدرة الكهربائية، الجزء الأول والثاني، منشورات جامعة تشرين د. عبدالله سعيد 1986.