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

تأثير تغير الأحمال الكهربائية على ضياع الاستطاعة عند انحراف التوتر عن القيمة الاسمية

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

الهدف في هذا البحث موضوع النسب المسموح بها والفروق الحاصلة بين ضياع الاستطاعة الناتجة عن الحسابات على أساس التوتر الاسمي والتوتر الحسابي، اضافة الى ذلك تمت دراسة تأثير تغير الأحمال على ضياع الاستطاعة، وأثبت أن المؤثر الرئيسي على ضياع الاستطاعة هو عدم الأخذ بالاعتبار تغير الأحمال عند انحراف التوتر، لذلك عند ايجاد ضياع الاستطاعة فمن الضروري حساب الصفات الاستاتيكية(الساكنة) للأحمال، واذا كانت الصفات الاستاتيكية غير معروفة فانه بمقدورنا الاستعاضة عن الأحمال بالممانعات ومن ثم اجراء الحسابات على أساس التوتر الاسمي للشبكة.

مقدمة

تم في هذا البحث دراسة تأثير انحراف التوتر عن القيمة الاسمية على ضياع الاستطاعة ووضع النسب المسموح بها والفروق الحاصلة بين ضياع الاستطاعة الناتجة عن الحسابات التي أجريت على أساس التوتر الاسمي والتوتر الحسابي، اضافة الى ذلك تحت دراسة تأثير تغير الأحمال الكهربائية على ضياع الاستطاعة.

كل ذلك يعطي هذا الموضوع أهمية اقتصادية وفنية.

لحساب ضياع الاستطاعة في الشبكات الكهربائية فاننا نستخدم التوتر الاسمي أو التوتر الحسابي الناتج عن حسابات أنظمة عمل الشبكات الكهربائية في نقطة اتصال الأحمال مع الشبكة(لا ندخل في الحسابات الصفات الاستاتيكية[3] للأحمال) نحسب في هذه الحالة ضياع الاستطاعة في الشبكة على أساس التوتر الاسمي والحسابي

$$\Delta S_N = P_N^2.U_N^{-2}.\overset{*}{Z}.10^{-3}(1+tg^2\varphi_N) \quad (1)$$

$$\Delta S_P = P_N^2.U_N^2.\overset{*}{Z}.10^{-3}(1+tg^2\varphi_N/U_{*P}^2) \quad (2)$$

حيث - $\lg \varphi_N = Q_N/P_N$

$\Delta S_P, \Delta S_N$ ضياع الاستطاعة الظاهرية الاسمية والحسابية،

Q_N, P_N- الاستطاعة الفعلية والردية عند التوتر الاسمي،

U_N- التوتر الاسمي للشبكة،

U_{*P} التوتر الحسابي النسبي على أساس التوتر الاسمي في نقطة اتصال الحمل مع الشبكة بدون الأخذ بعين الاعتبار تبدل الاستطاعة عند انحراف التوتر.

$tg\varphi_N$ – ظل الزاوية φ_N، المطابق لعامل استطاعة حمل الشبكة عند التوتر الاسمي.

يمكن الحصول على القيمة الحقيقية لضياع الاستطاعة في الشبكة الكهربائية عند اجراء الحسابات على أساس القيمة الحقيقية للتوتر في نقطة اتصال الحمل مع الشبكة.

$$\Delta S_T = P_N^2.U_N^{-2}.\overset{*}{Z}.10^{-3}\left(P_*^2 + q_*^2 tg\varphi_N / U_*^2\right) \quad (3)$$

حيث U_* قيمة التوتر في نقطة اتصال الحمل مع الشبكة منسوبة الى التوتر الاسمي،

$q_* = \frac{Q}{Q_N}, P_* = \frac{P}{P_N}$ الاستطاعة الفعلية والردية منسوبتان الى الاستطاعة الفعلية الاسمية والاستطاعة الردية الاسمية.

اذا اعتبرنا أن $U_*^2 \approx U_{*P}^2$ فان الخطأ الحاصل من عدم تغير الاستطاعة عند

انحراف التوتر سيكون مساويا للقيم التالية:

1 - عند حساب الاستطاعة على أساس التوتر الحسابي فإن الخطأ الناتج عن ذلك يتحدد بالعلاقة التالية:

$$\delta S_P = 1-\left(1+tg^2\varphi_N\right)/\left(P_*^2+q_*^2tg^2\varphi_N\right) \quad (4)$$

2 ــ عند حساب الاستطاعة على أساس التوتر الاسمي فان الخطأ الناتج عن ذلك يتحدد بالعلاقة التالية:

$$\delta S_N = 1-\left(1+tg^2\varphi_N\right)/\left(P_*^2+q_*^2tg^2\varphi_N\right)U_*^2 \quad (5)$$

يمكن تحويل العلاقات (4) و (5) الى الأشكال التالية:

$$\delta S_P = 1-\frac{1}{\left(P_*^2-q_*^2\right)\cos^2\varphi_N+q_*^2} \quad (6)$$

$$\delta S_N = 1-\frac{U_*^2}{\left(P_*^2-q_*^2\right)\cos^2\varphi_N+q_*^2} \quad (7)$$

ومن تحليل الصفات الاستاتيكية للأحمال يتضح لنا أنه عند انحراف التوتر عند المستهلك عن(15±20٪) فان الأحمال ستتغير بشكل يتناسب مع التوتر، لذلك فان اشارة الخطأ في العلاقة (6) ستكون موجبة عندما تكون $U>U_N$ ، وسالبة عندما تكون $U<U_N$. فاذا تغيرت الأحمال بشكل أكبر من تغير التوتر، فمن البديهي أن يتغير الخطأ المحسوب بالعلاقة (7)، وهذا يعني أن الخطأ المحسوب بالعلاقتين(6) و(7) يملك اشارة واحدة واذا قارنا بين العلاقتين(6) و(7) فاننا نحصل على ما يلي:

$$\delta S_N > \delta S_P \text{ فإن } U < U_N$$

$$\delta S_N < \delta S_P \text{ فإن } U > U_N$$

من هنا نحصل على

$$\left|\delta S_N\right| < \left|\delta S_P\right| \quad (8)$$

تستعمل هذه العلاقة في حالة كون الاشارات متشابهة، وكذلك تستعمل للخطأ المحسوب بالعلاقتين (6) و(7) أما في حالة عدم الأخذ بالشروط السابقة فقد تنشأ حالة عدم تحديد، حيث يمكن حلها بطريقة مقارنة الأخطاء الحاصلة بالعلاقتين(6) و(7) وذلك من أجل أحمال كهربائية محددة ومعروفة الصفات.

وتؤكد نتائج التحليل صحة العلاقة(7) لجميع الأحمال ضمن مجال انحراف التوتر (15÷20±٪) عن التوتر الاسمي.

أجري البحث على أحمال مركبة(مختلطة) لمنشأة صناعية كيميائية تشكل فيها أحمال المحركات التحريضية 30٪ منها

عند انحراف التوتر على قضبان

تجميع 20/6 ك ف بمقدار ±5٪ عن التوتر الاسمي، وعند عامل استطاعة مقداره 0,8 فان الأخطاء المحسوبة بالعلاقتين (6) و(7) تتساوى بالقيمة المطلقة، أما فيما يخص الخطوط الكهربائية التي تغذي منشأة كيميائية ذات صفات استاتيكية، فان الخطأ يصل الى 30٪ وذلك عندما يرتفع التوتر بمقدار 5٪ عن القيمة الاسمية، والى 43٪ عند انخفاض التوتر بمقدار 5٪ عن التوتر الاسمي.

أما فيما يخص الشبكات الكهربائية التي تغذي أحمال مختلطة فان الخطأ يساوي (2,4 - 10,7٪) عند تغير التوتر ضمن مجال ±5٪ عن التوتر الاسمي.

يتضح مما سبق، أنه عند حساب ضياع الاستطاعة بدون ادخال تغير الأحمال في الحسابات باستخدام التوتر الاسمي مع الأخذ بعين الاعتبار القيمة الحقيقية لعامل التحويل وعدم ادخال ضياع التوتر في الحساب. أما عند استعمال التوتر الحسابي فانه يؤدي الى أخطاء كبيرة، ومن الواضح أيضا أن عامل الاستطاعة يؤثر على الخطأ.

في الشبكات الكهربائية المغلقة تكون محصلة الاستطاعة الضائعة، والمحسوبة بدون ادخال الصفات الاستاتيكية للأحمال مختلفة عنها فيما لو حسبت تلك الصفات بمقدار(10÷20٪) وهذا يتعلق بمستوى التوتر وبعامل الاستطاعة.

لتسهيل عملية الحساب عند القيام بالعمليات الحسابية على الشبكة الكهربائية فاننا أحيانا نستعيض عن الأحمال الفعلية والردية بالمقاومة الفعلية والردية أو السماحية. مثل هذا التصور للأحمال يشتمل على ادخال الصفات الاستاتيكية للأحمال مع عامل تنظيم يساوي اثنين فقط. ان عامل التنظيم الحقيقي بالاستطاعة الفعلية أقل من اثنين، أما عامل التنظيم بالاستطاعة الردية فهو أكثر من اثنين[3]. لذلك ليس من الصعب أن نحسب -اذا افترضنا الأحمال بشكل مقاومات ثابتة أو سماحيات- المعادلة التي تحدد ضياع الاستطاعة في عناصر الشبكة كما يلي:

$$\Delta S_Z = P_N^2 Z U_N^{-2} 10^{-3} \left(1+tg^2\varphi_N\right) U_*^2 \qquad (9)$$

يحسب الخطأ الناتج عن استخدام هذه المعادلة بالمقارنة مع المعادلة الدقيقة كما يلي:

$$\delta S_Z = 1 - \frac{\left(1+tg^2\varphi_N\right)U_*^4}{P_*^2 + q_*^2 tg^2\varphi_N}$$

أو بالشكل التالي:

$$\delta S_Z = 1 - \frac{U_*^4}{\left(P_*^2 - q_*^2\right)\cos^2\varphi_N + q_*^2} \qquad (10)$$

العلاقة (10) قريبة من العلاقة(7)، حيث الخطأ المحسوب بالعلاقة(10) لا يزيد عن $\pm 1\%$.

مما تقدم يمكن استخلاص النتيجة التالية: ان المؤثر الرئيسي على ضياع الاستطاعة هو عدم حساب تغير الأحمال عند انحراف التوتر. لذلك فعند ايجاد ضياع الاستطاعة من الضروري حساب الصفات الأساسية الاستاتيكية للأحمال، واذا كانت الصفات غير معروفة فانه بمقدورنا الاستعاضة عن الأحمال بالمقاومات أو أن نجري الحساب على أساس التوتر الاسمي للشبكة(U_N).

The effect of electric loads on the loss of power when the voltage drifts from its nominal value.

In this search the tolarable ratioes of calculation due to nominal voltage and calculous one.

Iaddition to the studies of the changeablity of loads according to the loss of power.

It has been proved that the main factor affecting the loss of power is that the change of loads are not taken into consideration when the voltage drifts. So when there is a loss of power it is necessary to calculate the statistic parameters of loads. If these statistic parameters are unknown one can compensate the loads by impedance and the net work voltage calculations are done accordingly.

المراجع

1ـ ضياع الاستطاعة والطاقة في الشبكات الكهربائية، باسبيلوف ج.ي صيتش ن.م موسكو 1986.

2ـ نظم القدرة الكهربائية 1،2 منشورات جامعة تشرين د.عبد الله سعيد 1986.

3ـ الصفات الاستاتيكية للأحمال الردية مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية المجلد11 العدد3 1989ـ د.جورج اسبر.

4ـ مشاكل ايجاد وتخفيض ضياع الطاقة الكهربائية في الشبكات، كلييانون ل.د 1988 موسكو – الاتحاد السوفييتي.

5ـ نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية ـ زالسكي م.أ .1989 موسكو الاتحاد السوفييتي