أثر الظروف التشغيلية المختلفة بالشبكتين الليبية والمصرية على أداء خط الربط الليبي – المصري*

د.حميد الشروالي ** ، م. إبراهيم فلاح**

مقدمـــة

يمتد خط الربط بين الشبكة الكهربائية الليبية والشبكة الكهربائية المصريـــة مســـافة قدرها 165 كم حيث يربط بين محطتي تحويـــل طـــبرق بـــالأراضي الليبيـــة والســـلوم بالأراضي المصرية على جهد 220 ك.ف، على أنه يمكن اعتبار أن الخط يمتـــد بعمـــق قدره 500 كم داخل الأراضي المصرية ماراً بعدد من محطات التحويل الفرعية 220 ك.ف حتى العامرية.

خصوصية شبكة الكهرباء الليبية أنها متكونة من شبكتين رئيسيتين هما الشبكة الشرقية والشبكة الغربية مرتبطـــان بخط مزدوج الدائرة 220 ك.ف يربط بين محطـــتي تحويـــل البريقة وسرت بطول قدره 375 كم، حيث تبلـــغ أحمـــال الشبكة الغربية حوالي 1800 م.و بينما تبلغ أحمال الشـــبكة الشرقية 460 ميجاوات. وعلماً بأن مراكز الأحمال ممتـــدة على الشبكة الليبية على مسافة 1300 كم بـــين مدينـــتي طرابلس وبنغازي.

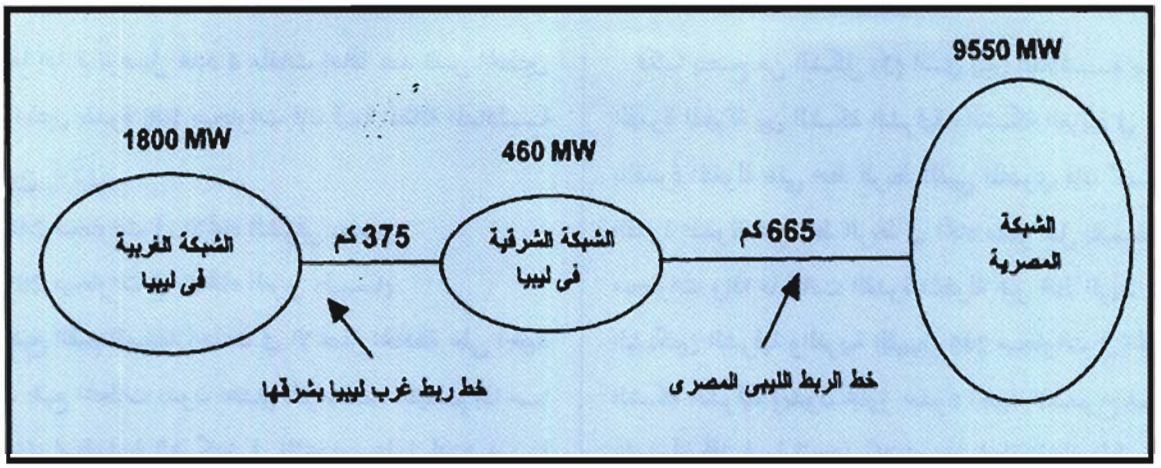
أمـــا الشـــبكة المصريـــة فيبلـــغ أقصـــى حمـــل لهـــا 9550 ميجاوات.و يتركز الحمل في منطقة الدلتا (شمالاً).

يبين الشكل (1) رسماً تخطيطياً للشبكة الليبيـــة بجزأيـــها (الشرقي والغربي) والشبكة المصرية

وكما يتضح من هذا الشكل الذي يوضح حجم كـــل شبكة وتوصيلتها فإن الشبكة المصرية بأحمال قدرهـــا 9550 ميجاوات مرتبطة مباشرة عن طريق خط الربـــط الليـــبي المصري بالشبكة الليبية الشرقية بحمل أقصى قـــدره 460 ميجاوات والتي بدورها مرتبطة بالشبكة الليبيـــة الغربيـــة بحمل أقصى قدره 1800 ميجاوات علماً بأن أقرب نقطـــتي توليد على خط الربط هما طبرق بالأراضي الليبية بقدرة 60 ميجاوات وبرج البلح بـــالأراضي المصريـــة بقـــدرة 300 ميجاوات وسنستعرض في هذه الورقة أداء الربط من حيث القدرة الفعالة والقدرة غير الفعالة وكذلك أثر خروج محطة طبرق على القدرة المتبادلة وكذلك أثر دخول محطة سيدي كرير على قيمة القدرة المتبادلة على خط الربط.

** الشركة العامة للكهرباء

* الندوة العربية في مجال استراتيجيات التخطيط الكهربائي/ 2000 /طرابلس – الجماهيرية



شكل (1) الشبكة الليبية بجزأيها (الشرقي والغربي) والشبكة المصرية

قدرة النقل لخط الربط

نظراً لامتداد خط الربط مسافة قدرها 665 كم تقريباً بين طبرق والعامرية فإن كمية القدرة غير الفعالة الناتجة من خط والمعطاة من المعادلة $Q = V^2/B$

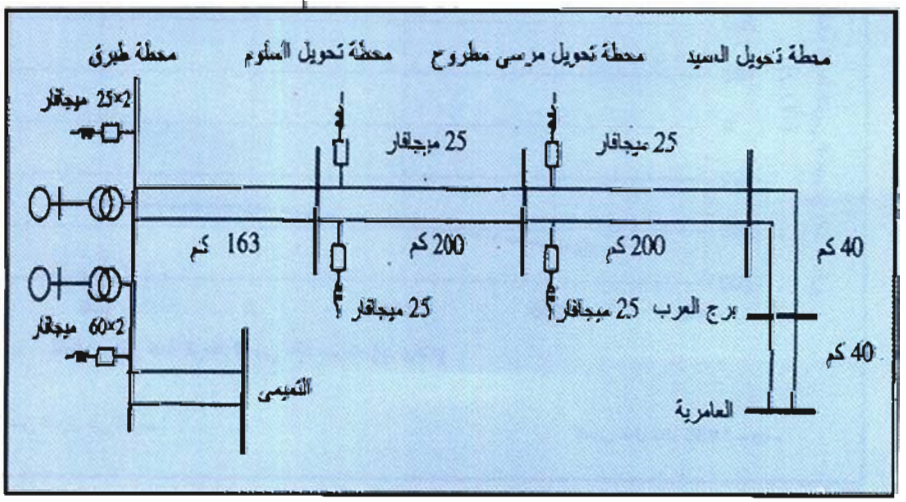
حيث B هي موصلية الخط هي كمية كبيرة قد تؤدي إلى ارتفاع الجهد على طول الخط عن القيم المسموح بها. لذلك ركبت ملفات إعاقة في محطات السلوم، مرسى مطروح وطبرق بسعة قدرها 25 ميجاوات عند كل محطة لكل دائرة من دائرتي خط الربط أي بإجمالي قدرة غير فعالة قدرها 150 ميجاوات. الشكل (2) يوضح مخططاً لخط الربط ومكوناته والمحطات الممتد بينها.

أوضحت دراسة سريان الحمل التي أجريت لمعرفة أداء خط الربط من حيث كميات القدرة المتبادلة بين الشبكتين أن القدرة القصوى التي يمكن لهذا الخط أن ينقلها في الاتجاهين مع المحافظة على قيمة الجهد بجميع المحطات عند القيم المسموح بها أي بين 1.05 و 0.95 بنظام الوحدة أو بين 209 وحتى 231 ك.ف كانت كالآتي:

280 م.و في الاتجاه الشرقي (مصر)

160 م.و في الاتجاه الغربي (ليبيا)

هذا باعتبار توصيل ملفي إعاقة بقدرة 100 م فقط على محطتي خط الربط السلوم ومرسى مطروح.



شكل (2) خط الربط الليبي المصري والمحطات الممتدة بينها

أما إذا تم توصيل عدد 4 ملفات إعاقة عند نفس المحطتين السابقتين بقدرة 100 ميجاوات فإن قيمة الطاقة المتبادلة تصبح كالآتي:

240 ميجاوات في الاتجاه الشرقي (مصر)

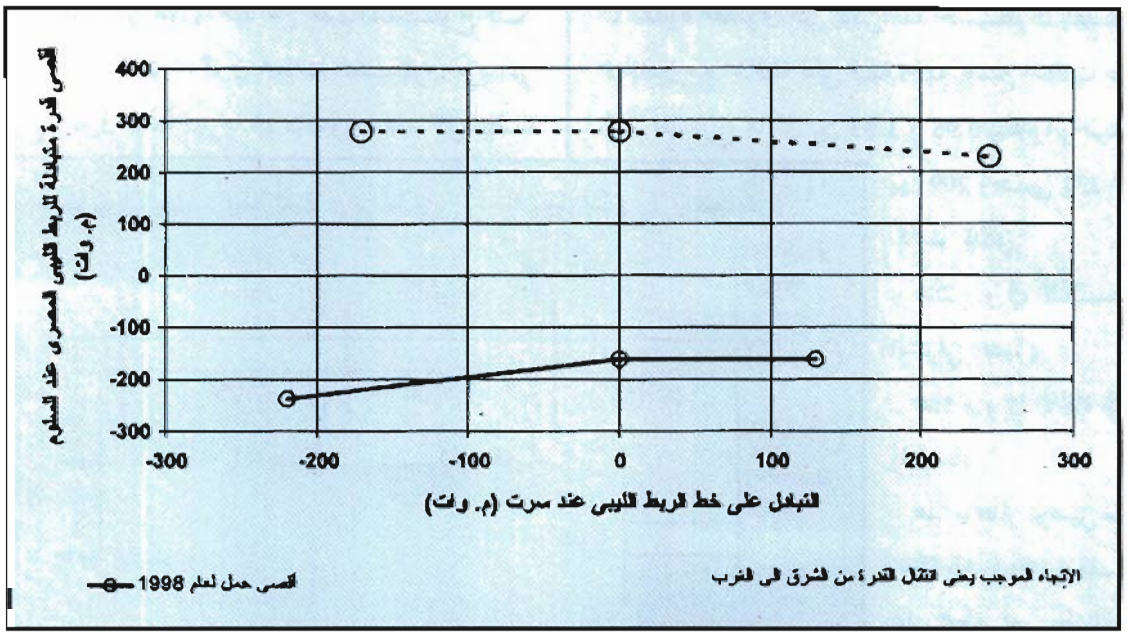
205 ميجاوات في الاتجاه الغربي (ليبيا)

جميع القيم السابقة أخذت في الاعتبار المحافظة على الجهد عند جميع المحطات بدون اعتبار تأثر هذه القيم إذا ما أخذت استقرارية الشبكتين في الاعتبار، علما بأن دراسة أقصى قدرة متبادلة باعتبار ثبوت الجهد بين قيم محددة وضمان استقرار الشبكتين هما المعيار الحقيقي الذي تحسب عنده أقصى قدرة متبادلة.

على أية حال فإن دراسة سريان الحمل أثبت أن القدرة المتبادلة بين الشبكتين الليبية والمصرية تتأثر بالقدرة المتبادلة بين الشق الغربي والشق الشرقي للشبكة وباتجاه هذه القدرة.

فكما يتضح من الشكل (3) الذي يبين العلاقة بين القدرة المنقولة بين الشبكة الشرقية والشبكة الغربية في ليبيا بالقدرة المنقولة على خط الربط الليبي المصري فإن كمية القدرة المنقولة عبر خط الربط في اتجاه مصر تقل بقيمة 60 ميجاوات وإذا ما كانت القدرة المنقولة عبر خط الربط بين الشبكتين الشرقية والغربية الليبيين 245 ميجاوات في اتجاه الشبكة الشرقية وبدون تجاوز حدود الجهد المسموح بها، علما بأن أقل قيمة للجهد كانت عند محطة تقاطع الطرق بالشق الشرقي من الشبكة الليبية بقيمة 209 ك.ف.

كذلك فإنه يتضح من الشكل السابق أن كمية القدرة المنقولة إلى الشبكة الليبية عبر خط الربط ازدادت حتى 230 ميجاوات عند ازدياد القدرة المنتقلة من الشق الشرقي إلى الشق الغربي بالشبكة الليبية مع المحافظة على حدود الجهد المسموح بها. أقل قيمة للجهد كانت في هذا الحالة عند محطة برج العرب بالشبكة المصرية.



شكل (3) أقصى قدرة متبادلة على خط الربط الليبي المصري في الاتجاهين (م.وات)

تسرب القدرة غير الفعالة

تتأثر القدرة غير الفعالة المتسربة إلى الشبكتين بقيمة القدرة الفعالة المتبادلة واتجاهها، ولمعرفة قيمة القدرة غير الفعالة المتسربة أجريت دراسة لمعرفة قيمة التسرب في القدرة غير الفعالة. وفي هذه الدراسة تم اعتبار أن محطة التميمي وهي المحطة التالية لمحطة توليد طبرق بليبيا هي محطة يثبت الجهد عندها 220 ك.ف وحسب القدرة المتسربة عند محطة طبرق باعتبار أن الجهد عند محطة السلوم بالأراضي المصرية كان عند ثلاث حالات: وهي 209، 220، 231 ك.ف، وذلك لتحديد القيمة القصوى والقيمة الدنيا للقدرة الغير فعالة.

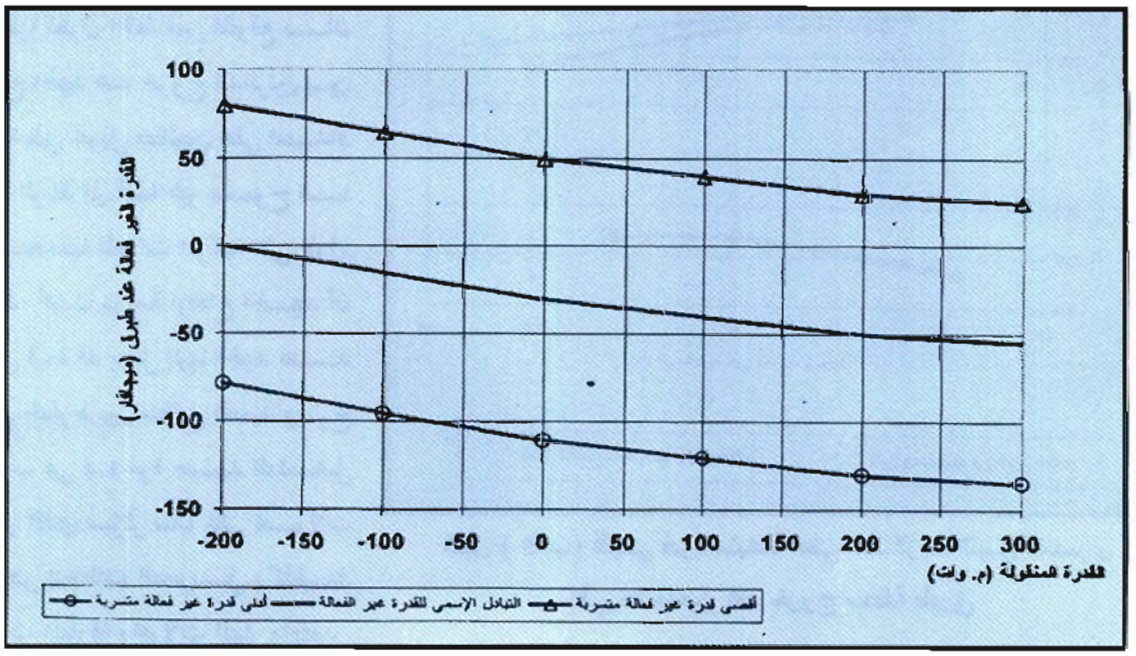
وكما يتضح من الشكل (4) الذي يوضح قيمة القدرة غير الفعالة المتبادلة عند محطة طبرق كعلاقة في القدرة المنقولة عبر خط الربط فإن القدرة غير الفعالة التي تتسرب من الشبكة الليبية تتراوح بين 200 ميجاوات في اتجاه ليبيا وحتى 280 ميجاوات في اتجاه مصر على اعتبار أن الجهد عند محطة السلوم هو الوحدة 220 ك.ف.

أثر الظروف التشغيلية على أداء خط الربط

أ- خروج محطة طبرق

إذا ما انفصلت محطة طبرق من الشبكة الليبية أثناء انتقال القدرة من الشبكة المصرية إلى الشبكة الليبية فإن قيمة القدرة المنقولة لن تتأثر كثيرا أما إذا كانت القدرة منتقلة من الشبكة الليبية إلى الشبكة المصرية فإن القدرة القصوى المنقولة ستقل بما قيمته 15 ميجاوات وتتأثر هذه القيمة بقيمة واتجاه القدرة المنقولة بين الشق الشرقي والشق الغربي من الشبكة الليبية.

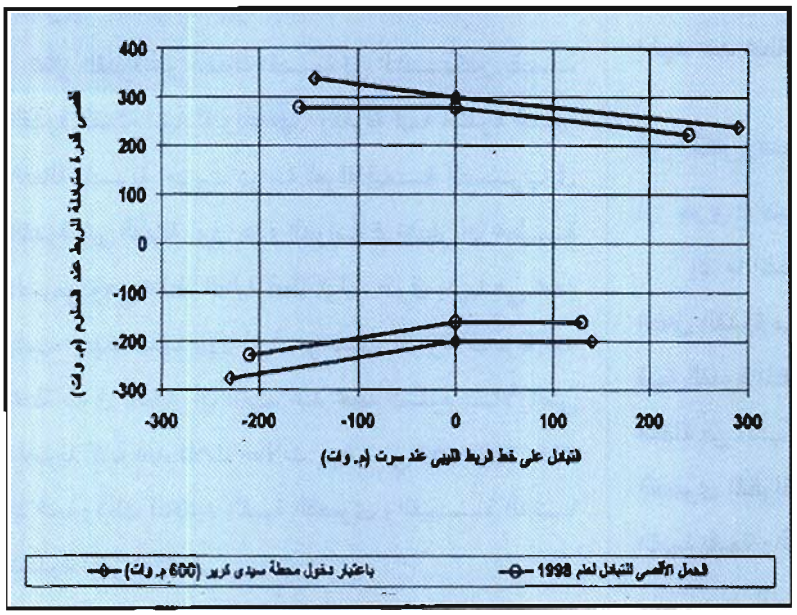
شكل (5/أ) يبين قيمة القدرة المتبادلة عبر خط الربط الليبي المصري كعلاقة في القدرة المنقولة بين الشق الشرقي والشق الغربي من الشبكة الليبية.



شكل (4) القدرة الغير فعالة المتسربة عند طبرق

ب - دخول محطة سيدي كرير

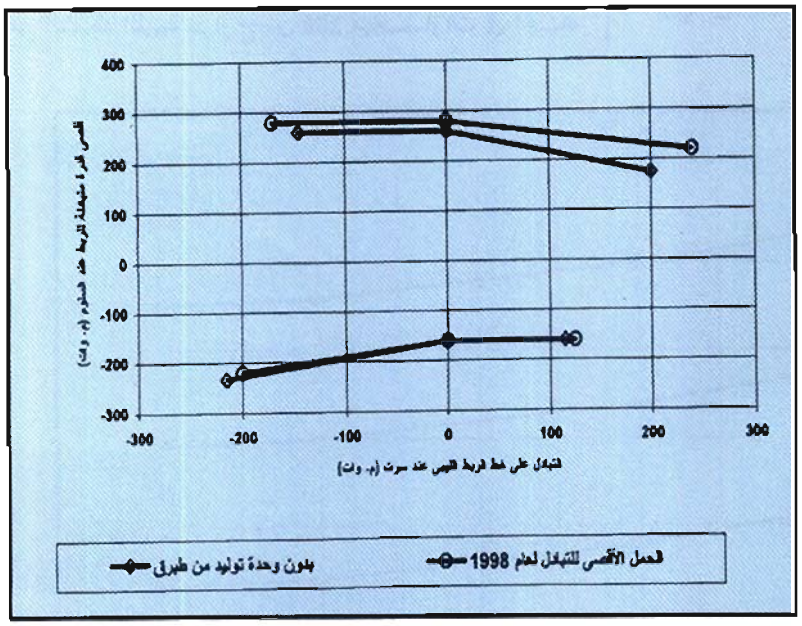
محطة سيدي كرير بالأراضي المصرية عبارة عن وحدتين بطاقة 300 ميجاوات لكل منهما وتقع المحطة على خط الربط على بعد 500 كم تقريباً إلى الشرق من طبرق أجريت الدراسة السابقة ولم يتم بعد ربط هذه المحطة على الشبكة فإذا ما أخذت هذه المحطة في الاعتبار فإن الطاقة المتبادلة على خط الربط ستتأثر طبقاً للشكل (5/ب). على أية حال فإن ربط هذه المحطة أدى إلى إضافة ما قيمته 20-40 ميجاوات فوق القيمة القصوى السابقة في الاتجاه المصري والليبي على الترتيب.



شكل (5-أ) أقصى قدرة متبادلة على خط الربط الليبي المصري في الاتجاهين باعتبار دخول محطة سيدي كرير

ج - خروج دائرتي خط الربط

نظراً لطول الخط فمن المتوقع بأن يرتفع الجهد عند خروج الدائرتين بين أي محطتي تحويل متتاليتين على امتداد خط الربط إلى قيمة غير مسموح بها ولا تتحملها المعدات المركبة على طول الخط. أثبتت دراسة ارتفاع الجهد أن أعلى قيمة قد يصل إليها الجهد عند فتح الخطوط بين منطقتي العميد وبوج العرب هي 1.4 مرة جهد التشغيل الأمر الذي سيؤثر سلباً على محولات الخفض بمحطات التحويل وكذلك ملفات المعاوقة ومحولات التيار والجهد



شكل (5-ب) أقصى قدرة متبادلة على خط الربط الليبي المصري في الاتجاهين عند خروج محطة طبرق

إلى جانب معدات محطات التحويل، وتتلخص خطط الوقاية من هذه الظاهرة فيما يلي:

- تشغيل أوتوماتيكي للملفات المعاوقة المفصولة بكل من طبرق، السلوم ومرسى مطروح.
- فصل أحد الخطوط التالية:
  - طبرق – السلوم
  - السلوم – مرسى مطروح
  - مرسى مطروح – العميد
  - العميد – برج العرب
  - برج العرب – المنطقة الحرة

وذلك من خلال أجهزة وقاية ضد زيادة الجهد تركب بكل من طبرق، السلوم، مرسى مطروح، العميد وبرج العرب.

الخلاصة والنتائج

- من نتائج دراسة سريان الحمل والأخذ في الاعتبار فقط ثبوت الجهد عند جميع المحطات المتصلة لخط الربط الليبي – المصري بين 231–209 ك.ف ووجود ملفي معاوقة فقط فإن أقصى قدرة يمكن انتقالها هي 280 ميجاوات في اتجاه مصر 160 م.و في اتجاه ليبيا.
- طاقة النقل لخط الربط تزداد حال دخول محطة سيدي كرير بما قيمته 20 ميجاوات في اتجاه مصر، 40 ميجاوات في اتجاه ليبيا.
- طاقة النقل لخط الربط تقل إذا ما دخلت الأربع ملفات معاوقة بسعة 200 ميجاوات قيمة النقصان 40 ميجاوات في اتجاه مصر، 25 ميجاوات في اتجاه ليبيا.
- القدرة غير الفعالة المتسربة من وإلى محطة توليد طبرق هي في الحدود المسموح بها لهذه المحطة.
- دراسة اتزان الشبكة ستحدد القيم القصوى للطاقة المتبادلة عند مختلف ظروف التشغيل.
- تركيب أجهزة وقاية ضد زيادة الجهد بكل من طبرق، السلوم، مرسى مطروح، العميد وبرج العرب.

المراجع

1– الدراسة التشغيلية للربط الليبي المصري – المكتب الاستشاري الكندي (هيدروكيوباك) – يوليو 1997.

2– التقرير السنوي للشركة العامة للكهرباء – الجماهيرية العظمى – 1997.

3– كتب الإحصائيات – هيئة كهرباء مصر – 1997.

ملخص

تم ربط شبكة الكهرباء الليبية بشبكة الكهرباء المصرية عن طريق خط مزدوج الدائرة جهد 220 ك.ف. تناقش في هذه الورقة إمكانيات خط الربط من حيث كميات الطاقة المنقولة بين الشبكتين من خلال دراسات فنية أجريت في هذا الصدد. كما نستعرض كذلك من خلال هذه الدراسات أداء خط الربط عند بعض الظروف التشغيلية المختلفة ونستعرض بعض المقترحات والحلول الكفيلة بحماية تكامل كل شبكة على حدة في حال حدوث أي طارئ على دوائر خط الربط.