

## قوى كهربائية

مختبر محطات التوليد ونقل القدرة

كهر 254



## مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التتموي، لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " الآلات الكهربائية عملي " لتدربي قسم " القوى كهربائية " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب الدعاء.

## مختبر محطات التوليد ونقل القدرة

### الخلايا الشمسية



## الفصل الأول : الخلايا الشمسية

### الجدارة:

فهم مكونات الخلية الشمسية وكيفية الحصول على القدرة الكهربائية منها.

### الأهداف:

عندما تكمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على معرفة:

- 1 - تأثير شدة الإضاءة على كفاءة الخلايا الشمسية
- 2 - تأثير التوصيلات المختلفة للخلايا الشمسية على كل من التيار و الجهد والقدرة الكهربائية.

### مستوى الأداء المطلوب:

أن يصل المتدرب إلى إتقان المهارات الأساسية لاستخدام الطاقة الشمسية

الوقت المتوقع للتدريب : 4 ساعات

### الوسائل المساعدة:

- لوحات شمسية مكونة من مجموعة خلايا يمكن توصيلها على التوالي وعلى التوازي.
- مصدر للضوء يمكن التحكم في شدة استضاءته.
- أجهزة قياس دقيقة للتيار والجهد وشدة الاستضاءة.

### متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته عن الطاقة الشمسية في الوحدة الأولى من الجزء النظري.

## التجربة الأولى : تأثير شدة الإضاءة على الخلايا الشمسية

### الأهداف:

- يمكن المتدرب من معرفة تأثير شدة الإضاءة على كفاءة الخلايا الشمسية.
- تأثير شدة الإضاءة على تيار الخلية.
  - تأثير شدة الإضاءة على جهد الخلية.
  - تأثير شدة الإضاءة على القدرة الكهربائية.

### المعدات والأجهزة المستخدمة:

- لوحة للخلايا الشمسية.
- مقاومة مادية.
- مصدر ضوئي.
- جهاز لقياس الضوء Lux-meter.
- جهاز لقياس التيار Ammeter.
- جهاز لقياس الجهد Voltmeter.

### التطبيق العملي

يستخدم في هذه التجربة العملية مصدر للضوء يمكن التحكم في شدته و لوحة شمسية مكونة من بعض الخلايا الشمسية موصلة بمقاومة مادية مع أجهزة القياس اللازمة كما يبينها الشكل 6.1.1 . يتم توصيل المقاومة المادية بالتوازي مع اللوحة الشمسية وتوصل أجهزة القياس اللازمة (الأميتر والفولتميتر) . كما يتم تسليط المصدر الضوئي على اللوحة الشمسية للحصول على الطاقة اللازمة لتغذية المقاومة.



## دراسة تأثير شدة الإضاءة على تيار الخلايا الشمسية

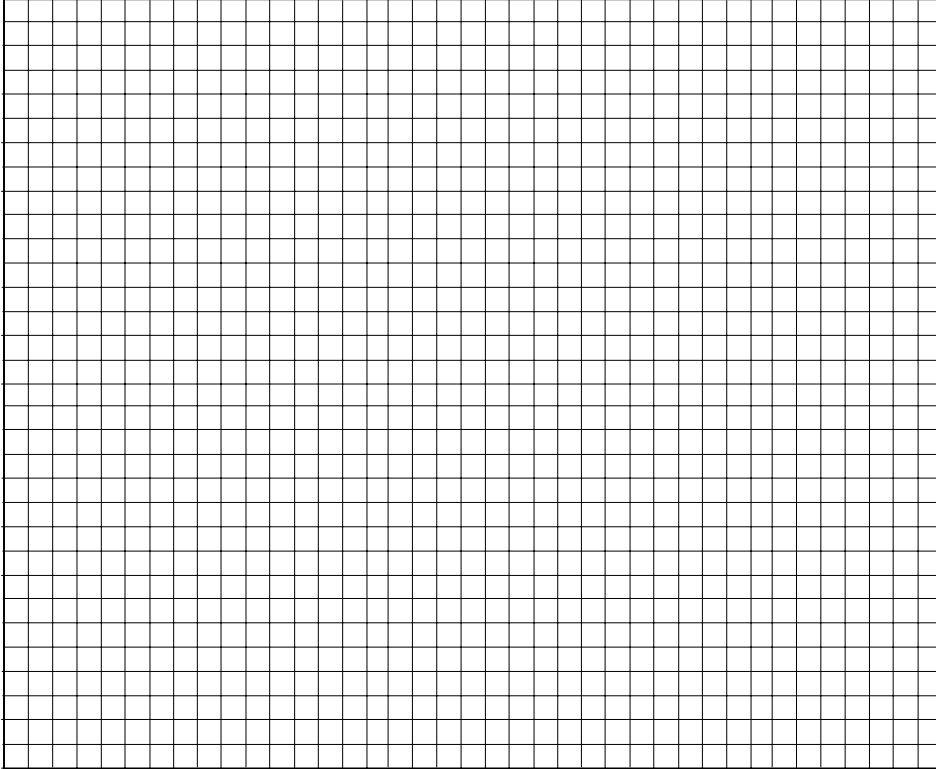
لدراسة تأثير شدة الإضاءة على تيار الخلية يتم تحويل المعطيات المسجلة في الجدول 1.1 إلى منحنى يمثل تغير قيمة التيار مع تغير شدة الإضاءة.

## دراسة تأثير شدة الإضاءة على جهد الخلايا الشمسية

لدراسة تأثير شدة الإضاءة على جهد الخلية يتم تحويل المعطيات المسجلة في الجدول 1.1 إلى منحنى يمثل تغير قيمة الجهد مع تغير شدة الإضاءة.

## دراسة تأثير شدة الإضاءة على قدرة الخلايا الشمسية

لدراسة تأثير شدة الإضاءة على قدرة الخلية يتم تحويل المعطيات المسجلة في الجدول 1.1 إلى منحنى يمثل تغير قيمة القدر مع تغير شدة الإضاءة.



## الاستنتاجات :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## التجربة الثانية : توصيل الخلايا الشمسية

### الأهداف:

يمكن المتدرب من معرفة تأثير التوصيلات المختلفة للخلايا الشمسية على كل من التيار والجهد والقدرة الكهربائية. كما يمكن المتدرب من معرفة كيفية توصيل الخلايا للحصول على الجهد والتيار المطلوب.

### المعدات والأجهزة المستعملة:

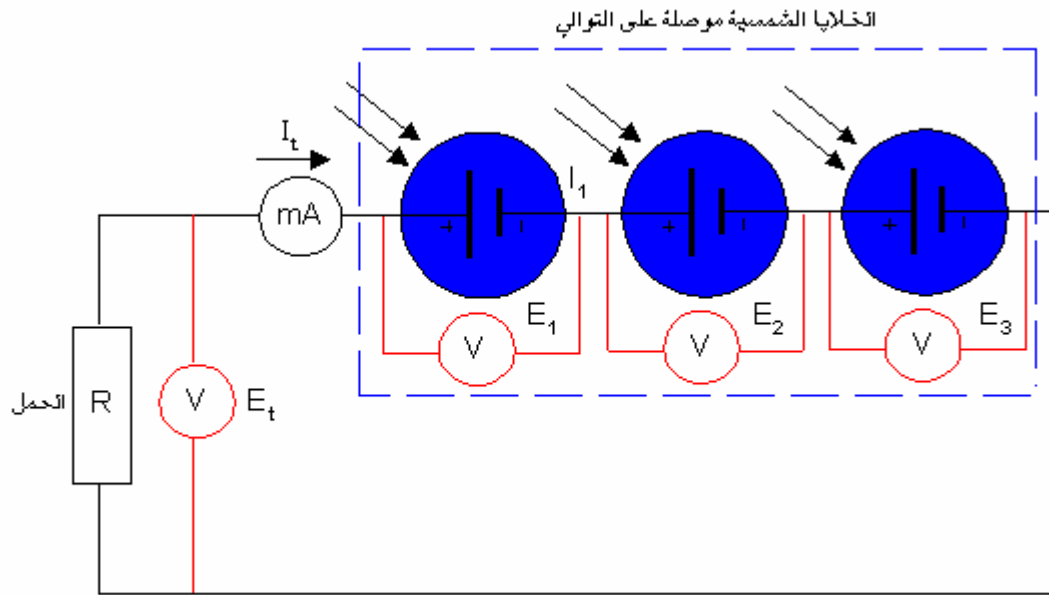
- مجموعة خلايا شمسية أو أربع لوحات شمسية على الأقل.
- مقاومة مادية.
- مصدر ضوئي.
- جهاز لقياس التيار Ammeter.
- جهاز لقياس الجهد Voltmeter.

### التطبيق العملي

#### توصيل الخلايا على التوالي

يستخدم في هذه التجربة العملية مصدر للضوء و مجموعة خلايا شمسية موصلة على التوالي وتغذي مقاومة مادية مع أجهزة القياس اللازمة. يتم توصيل هذه الوحدات حسب الدائرة المبينة بالشكل 1.2 . كما يتم تسليط المصدر الضوئي على الخلايا الشمسية للحصول على الطاقة اللازمة لتغذية المقاومة.





الشكل 1.2: توصيل الخلايا الشمسية على التوالي

يمكننا استبدال كل خلية شمسية بلوحة شمسية مكونة من مجموعة خلايا، وهذا يزيد في الطاقة المولد لتغذية الحمل مما يسهل قياس التيار والجهد. و بعد التأكد من تشغيل الدائرة الكهربائية حسب الشكل 1.2 يتم تسجيل قياسات الجهد والتيار في الجدول التالي:

تيار الحمل أو الخلايا $I_t(\text{mA})=I_1=I_2=I_3$	جهد الخلية رقم 3 $E_3(\text{V})$	جهد الخلية رقم 2 $E_2(\text{V})$	جهد الخلية رقم 1 $E_1(\text{V})$	جهد الحمل $E_t(\text{V})$

### الاستنتاجات :

وضح تأثير التوصيل على التوالي على كل من الجهد والتيار. وبين العلاقة بين الجهد الكلي وجهد كل خلية، وكذلك التيار الكلي والتيار المار في الخلية.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

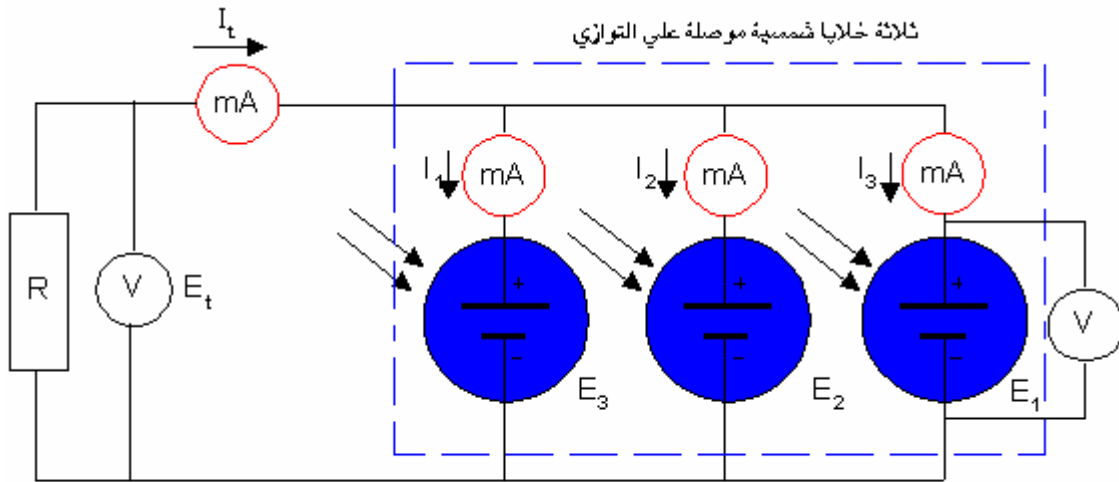
.....

.....

.....

## توصيل الخلايا على التوازي

يستخدم في هذه التجربة العملية مصدر للضوء و مجموعة خلايا شمسية موصلة على التوازي وتغذي مقاومة مادية مع أجهزة القياس اللازمة للجهد والتيار. يقع توصيل هذه الوحدات حسب الدائرة المبينة بالشكل 1.3 . كما يتم تسليط المصدر الضوئي على الخلايا الشمسية للحصول على الطاقة اللازمة لتشغيل الدائرة.



الشكل 1.3: توصيل لثلاث خلايا على التوازي

يمكننا استبدال كل خلية بلوحة شمسية مكونة من مجموعة خلايا، وهذا يزيد في الطاقة المولدة لتغذية الحمل مما يسهل قياس التيار والجهد. و بعد التأكد من تشغيل الدائرة الكهربائية حسب الشكل 6.1.3 يتم تسجيل قياسات الجهد والتيار في الجدول التالي:

تيار الحمل أو الجهد $E_t(V)=E_1=E_2=E_3$	تيار الخلية رقم 3 $I_3(mA)$	تيار الخلية رقم 2 $I_2(mA)$	تيار الخلية رقم 1 $I_1(mA)$	تيار الحمل $I_t(mA)$

## الاستنتاجات :

وضح تأثير التوصيل على التوازي على كل من الجهد والتيار. وبين العلاقة بين الجهد الكلي وجهد كل خلية، وكذلك التيار الكلي والتيار المار في الخلية.

.....

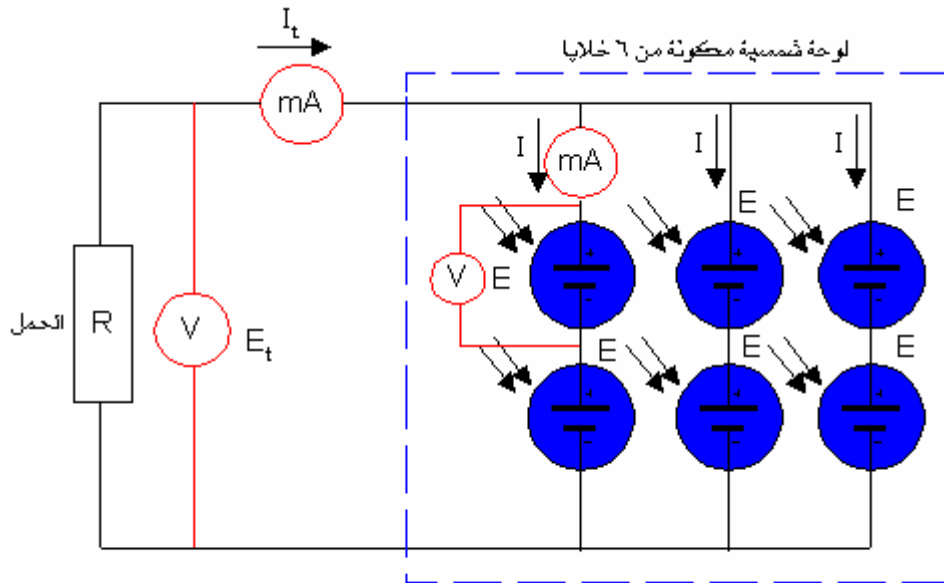
.....

.....

.....

## توصيل الخلايا على التوازي وعلى التوالي

يستخدم في هذه التجربة العملية مصدر للضوء و مجموعة خلايا شمسية موصلة على التوازي وعلى التوالي لتشكيل وحدة شمسية تغذي مقاومة مادية مع أجهزة القياس اللازمة للجهد والتيار. يتم توصيل هذه الوحدات حسب الدائرة المبينة بالشكل 1.4 . يسלט المصدر الضوئي على الخلايا الشمسية للحصول على الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل الدائرة.



الشكل 1.4: وحدة شمسية مكونة من مجموعة خلايا شمسية موصلة على التوازي وعلى التوالي

يمكننا استبدال كل خلية بلوحة شمسية مكونة من مجموعة خلايا، وهذا يمكننا من توفير الطاقة اللازمة لتغذية الحمل. و بعد التأكد من تشغيل الدائرة الكهربائية حسب الشكل 6.1.4 يتم تسجيل قياسات الجهد والتيار في الجدول التالي:

تيار الحمل $I_t(\text{mA})$	جهد الحمل $E_t(\text{V})$	تيار الخلية $I(\text{mA})$	جهد الخلية الواحدة $E(\text{V})$



## مختبر محطات التوليد ونقل القدرة

### تشغيل محطات التوليد الكهربائية



## الفصل الثاني: تشغيل محطات التوليد الكهربائية

### الجدارة:

التعرف على مكونات محطة التوليد الكهربائية وكيفية تشغيلها وفصلها من الشبكة.

### الأهداف:

عندما تكمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على معرفة:

- 1 - مكونات محطة التوليد الكهربائية
- 2 - كيفية تشغيلها وفصلها من الشبكة.

### مستوى الأداء المطلوب:

أن يصل المتدرب إلى إتقان المهارات الأساسية لتشغيل محطات التوليد الكهربائية

### الوقت المتوقع للتدريب : 2 ساعات

### الوسائل المساعدة:

- مولد كهربائي تزامني تديره وحدة ميكانيكية يمكن التحكم في سرعتها تجسم التوربين
- مصدر للتيار المستمر متغير يستخدم لإثارة المولد يمثل نظام الإثارة
- وحدة التزامن لربط المولد بالشبكة الكهربائية
- أجهزة قياس دقيقة لتسجيل القيم اللحظية للجهد و قياس التردد

### متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته عن محطات التوليد في الوحدة الثانية من الجزء النظري.

## التجربة الثالثة: تشغيل محطات التوليد الكهربائية

### الأهداف:

يمكن المتدرب من معرفة مكونات محطة توليد كهربائية و كيفية تشغيلها.

- 1 - التعرف على كيفية تشغيل وربط محطة توليد كهربائية بالشبكة.
- 2 - التعرف على كيفية فصل محطة توليد كهربائية من الشبكة.

### مكونات المحطة وكيفية تشغيلها

تتكون المحطات الكهربائية من عدة وحدات كل وحدة مكونة أساساً من توربين ومولد ونظام إثارة. ففي المحطات الحرارية على سبيل المثال يحول التوربين الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية دوارة تنقل إلى المولد عبر العمود الناقل للحركة المشترك بينهما ليحولها بدوره إلى طاقة كهربائية. عادةً ما تستخدم المولدات التزامنية ثلاثية الأطوار لتوليد الطاقة الكهربائية ويكون ترددها ثابت. ويتم تحديد التردد  $f$  بتحديد سرعة الدوران للتوربين  $\omega_r$  ويختلف ذلك من مولد إلى آخر حسب عدد الأقطاب  $p$  لكل منهم حسب المعادلة ( $f = p\omega_r/60$ ). أما عن الجهد فيجب أن يكون ثابت هو الآخر في القيمة المحددة له رغم تغير الأحمال. ويتم التحكم في الجهد عبر تيار المجال الذي يؤمنه نظام الإثارة.

عند زيادة الطلب على الطاقة تشغل مولدات إضافية وتوصل بالشبكة بالتوازي. ولتشغيل مولد

كهربائي وتوصيله بالشبكة يجب أن تتوفر الشروط التالية:

- يجب أن يكون تردد الجهد للمولد مساوياً لتردد الشبكة الكهربائية.
- يجب أن تكون قيمة الجهد للمولد مساويةً لجهد الشبكة الكهربائية عبر المحول.
- يجب أن يكون التتابع الطوري لجهد المولد مماثلاً للتتابع الطوري للشبكة الكهربائية.
- يجب أن يتزامن الجهد المولد مع جهد الشبكة الكهربائية.

يعتبر المولد متزامناً مع الشبكة إذا توفرت كل هذه الشروط. حيث لا يمكن توصيل مولد متزامن مع الشبكة قبل التحقق من التزامن لأن ذلك يحدث أضراراً فادحة بالمولد نتيجةً لقوة العزم التي يتعرض لها العمود وشدة التيار داخل الملفات.

عند توفر شروط التزامن يوصل المولد بالشبكة. في هذه الحالة لا يوجد أي تيار كهربائي ولا قدرة فعالة  $P$  ولا مفاعلة  $Q$  بين المولد والشبكة نتيجة تطابق الجهد على مستوى الأطوار الثلاث. ولذلك فإن أي زيادة في عزم المولد لن تغير التردد بل سوف تزيد من كمية القدرة الفعالة  $P$  المعطاة إلى الشبكة، وكذلك فإن التقليل من العزم يقلل منها، حيث يصبح المولد إذا فقد العزم عبارة عن محرك تزامني. يتحكم تيار المجال في القدرة المفاعلة المتبادلة بين المولد والشبكة. ويتم تغيير تيار المجال بصفة مستمرة لتجنب أي تبدل للقدرة المفاعلة والمحافظة على معامل قدرة يقارب واحد. وهذا الإجراء يحد من قيمة تيار الخط و يقلل من حجم الموصلات المستخدمة في توصيل المولد بالشبكة.

### المعدات والأجهزة المستعملة :

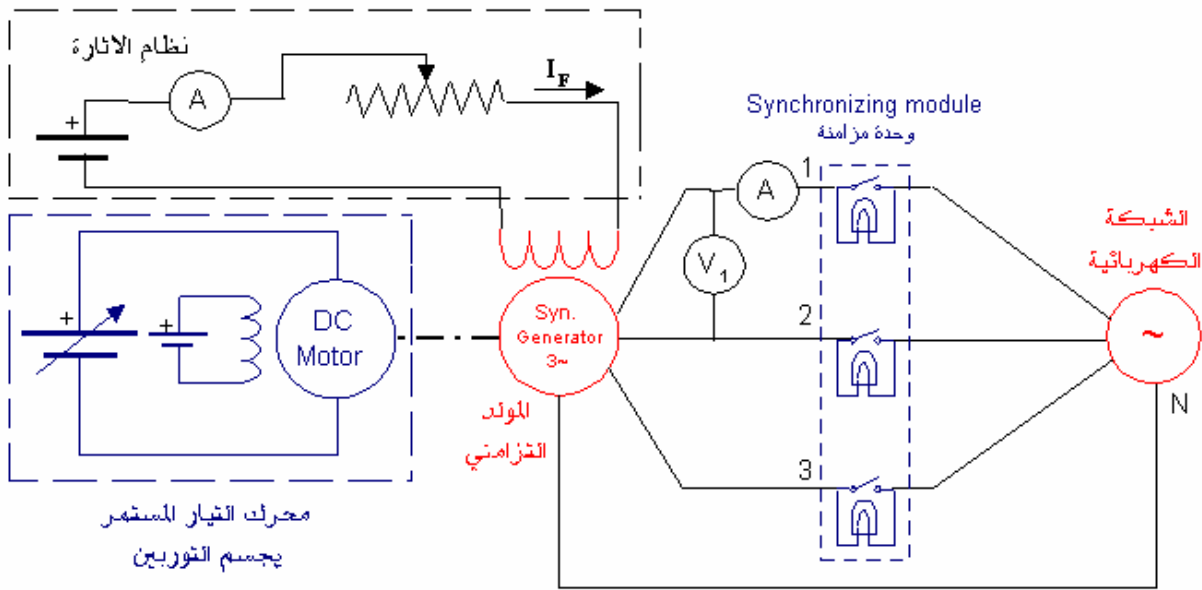
- مولد كهربائي تزامني ثلاثي الأطوار.
- وحدة ميكانيكية يمكن التحكم في سرعتها تمثل التوربين (محرك للتيار المستمر مثلاً).
- نظام ميكانيكي لربط المولد التزامني بمحرك التيار المستمر.
- مصدر متغير للتيار المستمر.
- وحدة مزمنة لربط المولد بالشبكة الكهربائية (Synchrometer)، كما يمكن استخدام ثلاث لمبات.
- أجهزة قياس دقيقة (كاشف الذبذبة "Oscilloscope" أو أجهزة قياس رقمية).
- مصدر للتيار المتردد ثلاثي الأطوار يمثل الشبكة الكهربائية.

### التطبيق العملي

يستخدم في هذه التجربة العملية وحدة تدريبية مكونة من الأجهزة والمعدات المذكورة أعلاه موصلة حسب الدائرة الكهربائية المبينة بالشكل 2.1. يتم الربط الميكانيكي بين المولد و محرك التيار المستمر الذي يمثل التوربين وذلك حسب نظام الربط المتوفر. يقوم محرك التيار المستمر بدور التوربين لتدوير المولد و إعطائه الطاقة الميكانيكية اللازمة. كما يقوم مصدر التيار المستمر بدور المشير أو نظام الإثارة ليؤمن تيار المجال للمولد التزامني.



يتم توصيل المولد بالشبكة الكهربائية عبر وحدة التزامن. تربط هذه الوحدة بين أطراف المولد وأطراف الشبكة عبر لمبة بالتوازي مع مفتاح على كل طور. تضيء اللمبات الثلاث مادام هناك فرق في الجهد بين أطرافها أي بين المولد والشبكة. وتتطفئ إذا تطابق جهد المولد مع جهد الشبكة لكل طور.



الشكل ٢.١: دائرة المستخدمة لزامنة وتوصيل المولد مع الشبكة الكهربائية

### إعداد الأجهزة اللازمة للتجربة

- 1 - التأكد من توفر وسلامة أجهزة المحطة المستخدمة في هذه التجربة وإمكانية تشغيلها حسب المتطلبات.
- 2 - الربط الميكانيكي بين المولد ومحرك التيار المستمر الذي يمثل التوربين وذلك حسب نظام الربط المتوفر في المحطة.
- 3 - توصيل الأجهزة حسب الدائرة المبينة في الشكل 2.1 .
- 4 - التأكد من تغذية مجال محرك التيار المستمر عن طريق مصدر ثابت.

## مزمنة المولد مع الشبكة

- 5 - تشغيل مصدر التيار المستمر المتغير وتحديد سرعة دوران المحرك عند السرعة الاسمية للمولد التزامني وذلك للحصول على التردد المطلوب (تردد الشبكة ويساوي 60 هيرتز).
- 6 - تغذية مجال المولد بتيار الإثارة بحيث يكون الجهد المولد في حدود الجهد الاسمي. (جهد المولد هو الجهد المبين على جهاز القياس  $V_1$ )
- 7 - راقب اللمبات على وحدة المزامنة Synchronizing Module .

- هل التتابع الطوري لجهد المولد يماثل التتابع الطوري للشبكة الكهربائية؟ ولماذا؟

.....

.....

.....

8 - يتم إيقاف المصدر واستبدال توصيلات المولد بوحدة المزامنة (رقم 1 و 2) واحدة مكان الأخرى.

9 - تشغيل المصدر من جديد و مراقبة لمبات وحدة المزامنة

- هل التتابع الطوري لجهد المولد يماثل التتابع الطوري للشبكة الكهربائية؟ ولماذا؟

.....

.....

.....

10 - يتم تغير سرعة المولد بتغيير جهد المحرك، وذلك للحصول على التردد المطلوب، و تيار المجال، وذلك للحصول على الجهد المطلوب، إلى أن تنطفئ اللمبات الثلاث أو يخف توهجها ببطئ شديد (أن لزم الأمر).

- هل يعتبر المولد متزامن مع الشبكة في اللحظة التي تنطفئ فيها اللمبات كليا؟

.....

.....

.....

11 - يوصل المولد بالشبكة مباشرةً عبر وحدة المزامنة في اللحظة التي تنطفئ فيها كل اللمبات وذلك بغلق مفاتيح التوصيل الموازية لللمبات.

- ما مدى القدرة الفعالة المتبادلة بين المولد والشبكة بعد الربط؟

.....

.....

.....

تأثير العزم وتيار المجال على أداء المولد:

- 12 - يتم رفع جهد محرك التيار المستمر تدريجيا لرفع عزم المولد.  
- ماذا يحدث لسرعة المولد و للقدرة الفعالة P المتبادلة بين المولد والشبكة ؟ ولماذا؟

.....  
.....  
.....  
.....

- 13 - يتم رفع تيار المجال للمولد التزامني تدريجيا عبر نظام الإثارة.  
- ماذا يحدث لجهد المولد و للقدرة المفعالة Q المتبادلة بين المولد والشبكة ؟ ولماذا؟

.....  
.....  
.....  
.....

- هل يمكن لنا أن نثبت معامل القدرة للمولد التزامني على قيمة واحد بالتحكم في تيار المجال؟

.....  
.....  
.....  
.....

### فصل المولد عن الشبكة

- 14 - لفصل المولد عن الشبكة يتم تقليل عزم المولد إلى أن تنعدم القدرة المتبادلة بينهما أو تصبح ضعيفة جدا. يفصل المولد عن الشبكة عن طريق مفتاح وحدة المزامنة ويتم إيقافه بعد ذلك بإيقاف المحرك الذي يمثل التوربين وفصل نظام الإثارة.

- 15 - غلق كل المصادر الكهربائية وتفكيك التوصيلات التي تم استخدامها.

## مختبر محطات التوليد ونقل القدرة

### خطوط النقل الهوائية القصيرة



## الفصل الثالث: خطوط النقل الهوائية القصيرة

### الجدارة:

التعرف على كيفية توصيل خط نقل قصير بمحطة توليد كهربائية ويغذي أحمال كهربائية مختلفة مادي - حتي - سعوي.

التعرف على كيفية قياس الجهود والتيارات والقدرة الكهربائية عند جهتي الإرسال والاستقبال.

### الأهداف:

عندما تكمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على معرفة:

- 1 - كيفية توصيل خط نقل قصير.
- 2 - كيفية قياس الجهود والتيارات والقدرة عند الإرسال والاستقبال.

### مستوى الأداء المطلوب:

أن يصل المتدرب إلى إتقان المهارات الأساسية لتوصيل خطوط النقل القصيرة ومدى تأثير مختلف الأحمال على كفاءة الخط ومعامل التنظيم.

الوقت المتوقع للتدريب : 6 ساعات

### الوسائل المساعدة:

- مولد كهربائي تزامني ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد ثلاثي الطور.
- مقاومة مادية ومقاومة حثية لتمثيل خط النقل القصير.
- أحمال متنوعة ثلاثية الطور (المادية والحثية والسعوية).
- أجهزة قياس للجهود والتيار والقدرة مع أجهزة قياس رقمية لتسجيل القيم اللحظية.

### متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته عن خطوط النقل القصيرة في الفصل الخامس من الجزء النظري.

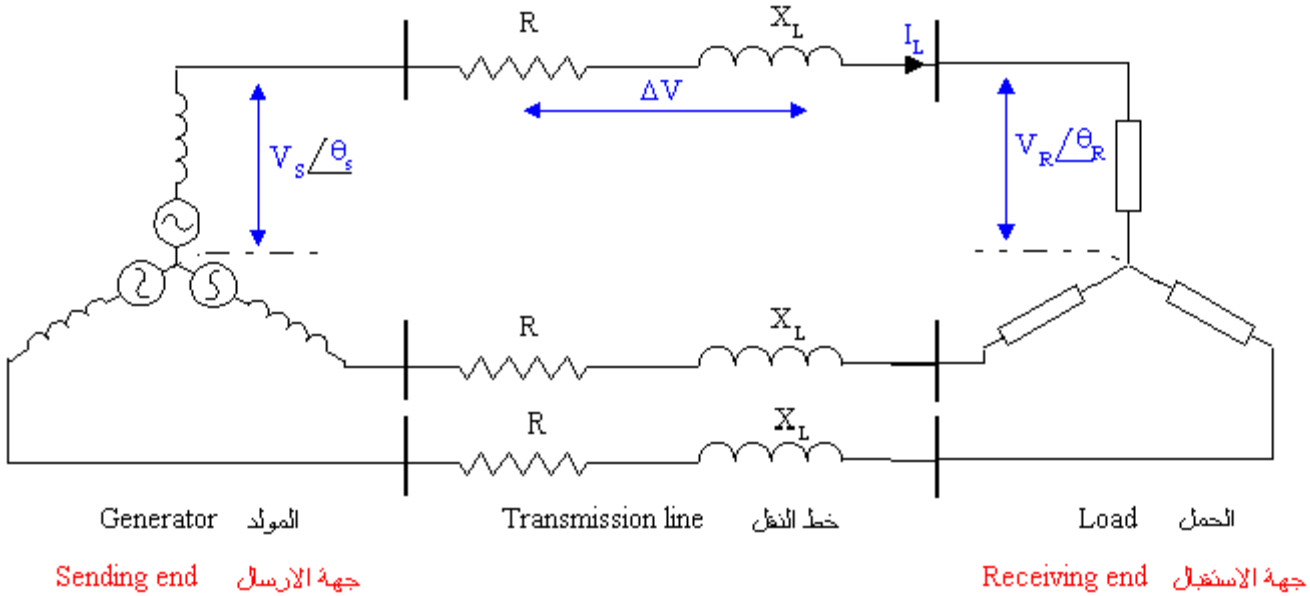
## التجربة الرابعة: خط نقل هوائي قصير (60 كم) يغذي حمل مادي

### الأهداف:

يمكن المتدرب من معرفة كيفية توصيل خط نقل قصير يربط بين محطة التوليد وحمل مادي. كما يتعرف المتدرب على كيفية قياس الجهد والتيار والقدرة عند جهتي الإرسال والاستقبال.

### الدائرة المكافئة لخط النقل القصير وطريقة توصيلها

يتم تحديد خواص الخط الثلاثي الطور على أساس كل طور وكل متر من طول الخط. ومن ثم فإنه لإيجاد خواص خط معين طوله  $L(m)$  فإننا ببساطة نضرب هذه المعاملات في الطول الحقيقي للخط للحصول على قيم خواص الخط الكلية. وهذا في الواقع يمكن إجراؤه للخطوط القصيرة حيث يمكننا إهمال معاملات التوازي نظرا لضعف قيمتها والاكتفاء بالمقاومة والمفاعلة الحثية للخط.



الشكل 4.1: خط نقل قصير ثلاثي الطور يربط بين محطة التوليد والحمل

من هذا المنطلق يمكننا اختصار خط النقل القصير الثلاثي الطور في مقاومة  $R$  ومفاعلة حثية  $X_L$

على التوالي لكل طور. يربط هذا الخط بين المولد والحمل كما هو مبين في الشكل 4.1.

حيث إن:  $V_s$  جهد الطور عند الإرسال Sending end voltage per phase.

$V_R$  جهد الطور عند الاستقبال Receiving end voltage per phase.

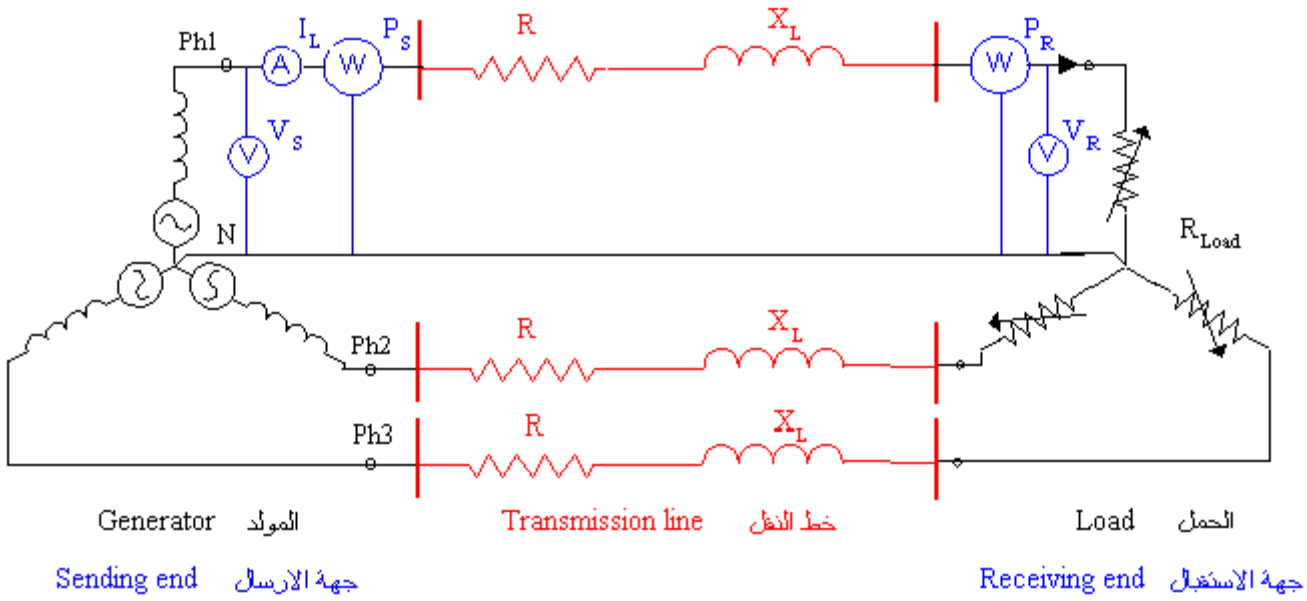
- . Line current  $I_L$  تيار الخط
- . Line resistance per phase  $R$  مقاومة الخط لكل طور
- .Line reactance per phase  $X_L$  المفاعلة الحثية للخط لكل طور
- .Line voltage drop per phase  $\Delta V$  هبوط الجهد على الخط لكل طور
- .Active power at receiving end  $P_R(W)$  القدرة الفعالة عند الاستقبال
- .Apparent power at receiving end  $S_R(VA)$  القدرة الظاهرية عند الاستقبال
- .Reactive power at receiving end  $Q_R(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الاستقبال
- . power factor at receiving end  $\cos\phi_R$  معامل القدرة عند الاستقبال
- . Active power at sending end  $P_S(W)$  القدرة الفعالة عند الإرسال
- .Apparent power at sending end  $S_S(VA)$  القدرة الظاهرية عند الإرسال
- .Reactive power at sending end  $Q_S(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الإرسال
- . power factor at sending end  $\cos\phi_S$  معامل القدرة عند الإرسال

### المعدات والأجهزة المستعملة:

- مولد كهربائي تزامني ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد ثلاثي الطور.
- مقاومة مادية في حدود  $R=25\Omega$  و مفاعلة حثية  $X_L=30\Omega$  لكل طور.
- حمل مادي ثلاثي الطور متغير القيمة  $R_{Load}$ .
- جهازان لقياس الجهد Voltmeter.
- جهاز لقياس التيار Ammeter.
- أجهزة لقياس القدرة Wattmeter + Varmeter.
- أجهزة قياس دقيقة (كاشف الذبذبة "Oscilloscope" أو أجهزة قياس رقمية).

### التطبيق العملي

يستخدم في هذه التجربة العملية وحدة تدريبية مكونة من الأجهزة والمعدات المذكورة أعلاه موصلة حسب الدائرة الكهربائية المبينة بالشكل 4.2.



الشكل ٤.٣. خط نقل قصير ثلاثي الطور يربط بين محطة التوليد والحمل

### أعداد الأجهزة اللازمة للتجربة

- التأكد من توفر وسلامة أجهزة المحطة المستخدمة في هذه التجربة و إمكانية تشغيلها حسب المتطلبات.
- توصيل الأجهزة حسب الدائرة المبينة في الشكل 4.2.
- توصيل أجهزة القياس الرقمية إذا توفرت لتسجيل القيم اللحظية للجهد عند الإرسال والاستقبال و تيار الخط.

### قياس الجهد عند الإرسال وعند الاستقبال مع تيار الخط

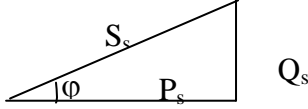
- تشغيل مصدر التيار المتردد لتغذية الشبكة
- وزن الأحمال بين الأطوار الثلاثة وجعلها متساوية
- تغيير قيمة الحمل على الأطوار الثلاث حسب الجدول التالي وتسجيل قيمة الجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وكذلك تيار الخط والقدرة عند الإرسال والاستقبال.

$\cos\Phi_R$	$Q_S$ (VAR)	$Q_R$ (VAR)	$S_S$ (VA)	$S_R$ (VA)	$P_S$ (W)	$P_R$ (W)	$I_L$ (A)	$V_S$ (V)	$V_R$ (V)	الحمل $R(\Omega)$
										300 $\Omega$
										600 $\Omega$
										900 $\Omega$

القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال



يمكننا استخراج القدرة الظاهرية  $S(VA)$  والقدرة المفاعلة  $Q(VAR)$  ومعامل القدرة من القوانين التالية لتكملة الجدول السابق.



$$S = 3VI_L = \frac{P}{\cos \phi}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

### كفاءة خط النقل Efficiency of transmission line

تمثل كفاءة خط النقل النسبة المئوية بين القدرة الفعالة المنقولة على الخط والتي تصل للمستهلك على القدرة الفعالة المولدة عند الإرسال:

$$\eta(\%) = \frac{P_R}{P_S} \times 100$$

$\eta$ (%)	$P_S$ (W)	$P_R$ (W)	الحمل
			300 $\Omega$
			600 $\Omega$
			900 $\Omega$

### معامل التنظيم لجهد الخط: Voltage Regulation of line

وهو فرق الجهد بين الإرسال والاستقبال على جهد الاستقبال كنسبة مئوية:

$$\Delta V(\%) = \frac{V_S - V_R}{V_R} \times 100$$

$\Delta V$ (%)	$V_S$ (V)	$V_R$ (V)	الحمل
			0 $\Omega$
			300 $\Omega$
			600 $\Omega$
			900 $\Omega$

### القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل

في حال توفر الأجهزة اللازمة يتم طباعة منحنيات الجهد عند الإرسال والجهد عند الاستقبال وتيار الحمل في حالة الحمل واللاحمل.

- حدد الزاوية بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال في حالة الحمل واللاحمل:

.....  
- أبرز الفرق بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال وحدد الأسباب:

.....  
- حدد الزاوية بين تيار الحمل والجهد عند الاستقبال؟  
.....  
.....

الخلاصة:

## التجربة الخامسة: خط نقل هوائي قصير (60 كم) يغذي حمل حثي

### الأهداف:

يتمكن المتدرب من معرفة مدى تأثير الحمل الحثي على كفاءة الخط ومعامل التنظيم على خط النقل. كما يتعرف المتدرب على كيفية قياس الجهد والتيار والقدرة عند جهتي الإرسال و الاستقبال.

### الدائرة المكافئة لخط النقل القصير وطريقة توصيلها

يتم تحديد خواص الخط الثلاثي الطور على أساس كل طور وكل متر من طول الخط. ومن ثم فإنه لإيجاد خواص خط معين طوله  $L(m)$  فإننا ببساطة نضرب هذه المعاملات في الطول الحقيقي للخط للحصول على قيم خواص الخط الكلية. وهذا في الواقع يمكن إجراؤه للخطوط القصيرة حيث يمكننا إهمال معاملات التوازي نظراً لضعف قيمتها والاكتفاء بالمقاومة والمفاعلة الحثية للخط.

من هذا المنطلق يمكننا اختصار خط النقل القصير الثلاثي الطور في مقاومة  $R$  ومفاعلة حثية  $X_L$  على التوالي لكل طور. يربط هذا الخط بين المولد والحمل كما هو مبين في الشكل 4.1.

حيث:  $V_S$  جهد الطور عند الإرسال Sending end voltage per phase

$V_R$  جهد الطور عند الاستقبال Receiving end voltage per phase

$I_L$  تيار الخط Line current

$R$  مقاومة الخط لكل طور Line resistance per phase

$X_L$  المفاعلة الحثية للخط لكل طور Line reactance per phase

$\Delta V$  هبوط الجهد على الخط لكل طور Line voltage drop per phase

$P_R(w)$  القدرة الفعالة عند الاستقبال Active power at receiving end

$S_R(VA)$  القدرة الظاهرية عند الاستقبال Apparent power at receiving end

$Q_R(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الاستقبال Reactive power at receiving end

$\cos\phi_R$  معامل القدرة عند الاستقبال power factor at receiving end

$P_S(w)$  القدرة الفعالة عند الإرسال Active power at sending end

$S_S(VA)$  القدرة الظاهرية عند الإرسال Apparent power at sending end

$Q_S(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الإرسال Reactive power at sending end

$\cos\phi_S$  معامل القدرة عند الإرسال power factor at sending end

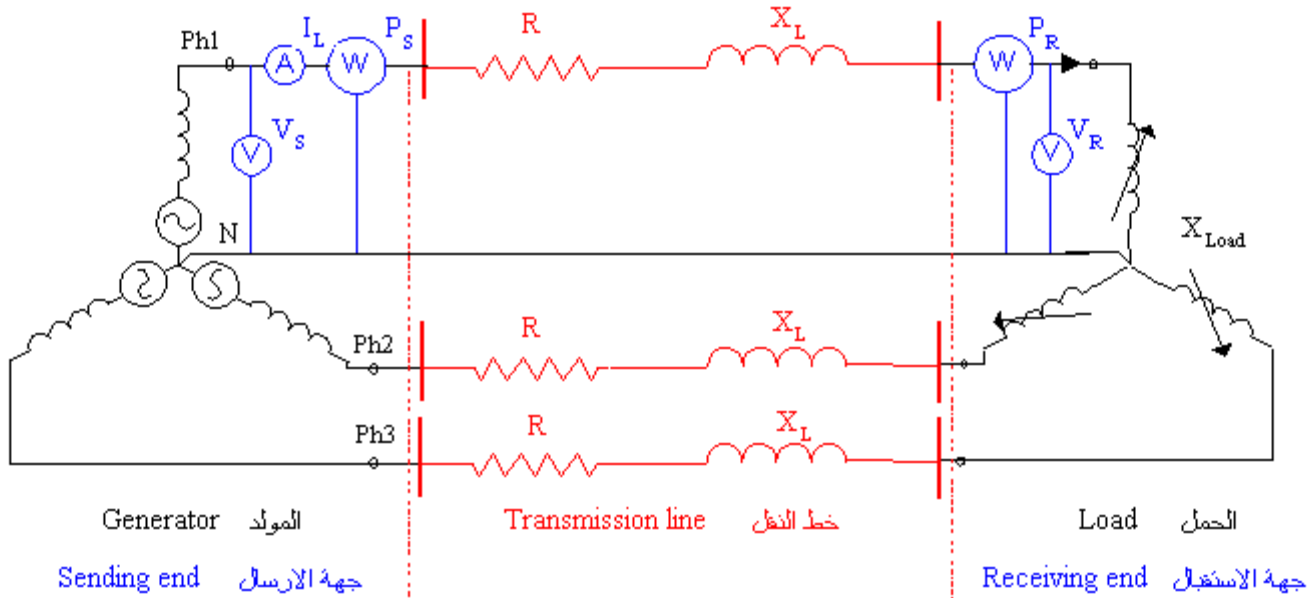
## المعدات والأجهزة المستعملة :

- مولد كهربائي تزامني ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد ثلاثي الطور
- مقاومة مادية في حدود  $R=25\Omega$  و مفاعلة حثية  $X_L=30\Omega$  لكل طور
- حمل حثي ثلاثي الطور متغير القيمة  $X_{Load}=2\pi fL$
- جهازان لقياس الجهد Voltmeter .
- جهاز لقياس التيار Ammeter .
- أجهزة لقياس القدرة Wattmeter 2 + Varmeter .
- أجهزة قياس دقيقة (كاشف الذبذبة "Oscilloscope" أو أجهزة قياس رقمية).

## التطبيق العملي

يستخدم في هذه التجربة العملية وحدة تدريبية مكونة من الأجهزة والمعدات المذكورة أعلاه

موصلة حسب الدائرة الكهربائية المبينة بالشكل 4.3.



الشكل 4.3 خط نقل قصير ثلاثي الطور يربط بين محطة التوليد والحمل

## إعداد الأجهزة اللازمة للتجربة

- التأكد من توفر وسلامة أجهزة المحطة المستخدمة في هذه التجربة وإمكانية تشغيلها حسب المتطلبات.

- توصيل الأجهزة حسب الدائرة المبينة في الشكل 4.3.

- توصيل أجهزة القياس الرقمية إذا توفرت لتسجيل القيم اللحظية.

## قياس الجهد عند الإرسال وعند الاستقبال مع تيار الخط

- تشغيل مصدر التيار المتردد لتغذية الشبكة.

- وزن الأحمال بين الأطوار الثلاثة وجعلها متساوية.

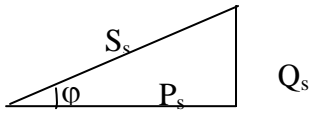
- تغيير قيمة الحمل على الأطوار الثلاث حسب الجدول التالي وتسجيل قيمة الجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وكذلك تيار الخط والقدرة عند الإرسال والاستقبال.

CosΦ <sub>R</sub>	Q <sub>S</sub> (VAR)	Q <sub>R</sub> (VAR)	S <sub>S</sub> (VA)	S <sub>R</sub> (VA)	P <sub>S</sub> (W)	P <sub>R</sub> (W)	I <sub>L</sub> (A)	V <sub>S</sub> (V)	V <sub>R</sub> (V)	الحمل	
										L(H)	X <sub>Load</sub> (Ω)
											0.8 H    300 Ω
											1.6 H    600 Ω
											2.4 H    900 Ω

## القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال

كما يمكننا استخراج القدرة الظاهرية S(VA) والقدرة المفاعلة Q(VAR) ومعامل القدرة من

القوانين التالية لتكملة الجدول السابق.



$$S = 3VI_L = \frac{P}{\cos \phi}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

## كفاءة خط النقل Efficiency of transmission line

تمثل كفاءة خط النقل النسبة المئوية بين القدرة الفعالة المنقولة على الخط والتي تصل للمستهلك

على القدرة الفعالة المولدة عند الإرسال:

$$\eta(\%) = \frac{P_R}{P_S} \times 100$$

$\eta$ (%)	$P_S$ (W)	$P_R$ (W)	الحمل	
			L(H)	$X_{Load}$ ( $\Omega$ )
			0.8 H	300 $\Omega$
			1.6 H	600 $\Omega$
			2.4 H	900 $\Omega$

### معامل التنظيم لجهد الخط: Voltage Regulation of line

وهو فرق الجهد بين الإرسال والاستقبال على جهد الاستقبال كنسبة مئوية:

$$\Delta V(\%) = \frac{V_S - V_R}{V_R} \times 100$$

$\Delta V$ (%)	$V_S$ (V)	$V_R$ (V)	الحمل	
			L(H)	$X_{Load}$ ( $\Omega$ )
			0 H	0 $\Omega$
			0.8 H	300 $\Omega$
			1.6 H	600 $\Omega$
			2.4 H	900 $\Omega$

### القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل

في حال توفر الأجهزة اللازمة يتم طباعة منحنيات الجهد عند الإرسال والجهد عند الاستقبال وتيار

الحمل في حالة الحمل واللاحمل.

- حدد الزاوية بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال في حالة الحمل واللاحمل:

.....

- أبرز الفرق بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال وحدد الأسباب:

.....

- حدد الزاوية بين تيار الحمل والجهد عند الاستقبال؟

.....

.....

الخلاصة:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## التجربة السادسة: خط نقل هوائي قصير (60 كم) يغذي حمل سعوي

### الأهداف:

يتمكن المتدرب من معرفة مدى تأثير الحمل السعوي على كفاءة الخط ومعامل التنظيم لخط النقل. كما يتعرف المتدرب على كيفية قياس الجهد والتيار والقدرة عند جهتي الإرسال و الاستقبال.

### الدائرة المكافئة لخط النقل القصير وطريقة توصيلها

يتم تحديد خواص الخط الثلاثي الطور على أساس كل طور وكل متر من طول الخط. ومن ثم فإنه لإيجاد خواص خط معين طوله  $L(m)$  فإننا ببساطة نضرب هذه المقاومات في الطول الحقيقي للخط للحصول على قيم خواص الخط الكلية. وهذا في الواقع يمكن إجراؤه للخطوط القصيرة حيث يمكننا إهمال مفاعلة التوازي نظراً لضعف قيمتها والاكتفاء بالمقاومة والمفاعلة الحثية للخط.

من هذا المنطلق يمكننا اختصار خط النقل القصيرة الثلاثي الطور في مقاومة  $R$  ومفاعلة حثية  $X_L$

على التوالي لكل طور. يربط هذا الخط بين المولد والحمل كما هو مبين على الشكل 4.1.

حيث:  $V_S$  جهد الطور عند الإرسال Sending end voltage per phase.

$V_R$  جهد الطور عند الاستقبال Receiving end voltage per phase.

$I_L$  تيار الخط Line current.

$R$  مقاومة الخط لكل طور Line resistance per phase.

$X_L$  المفاعلة الحثية للخط لكل طور Line reactance per phase.

$\Delta V$  هبوط الجهد على الخط لكل طور Line voltage drop per phase.

$P_R(w)$  القدرة الفعالة عند الاستقبال Active power at receiving end.

$S_R(VA)$  القدرة الظاهرية عند الاستقبال Apparent power at receiving end.

$Q_R(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الاستقبال Reactive power at receiving end.

$\cos\phi_R$  معامل القدرة عند الاستقبال power factor at receiving end.

$P_S(w)$  القدرة الفعالة عند الإرسال Active power at sending end.

$S_S(VA)$  القدرة الظاهرية عند الإرسال Apparent power at sending end.

$Q_S(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الإرسال Reactive power at sending end.

$\cos\phi_S$  معامل القدرة عند الإرسال power factor at sending end.

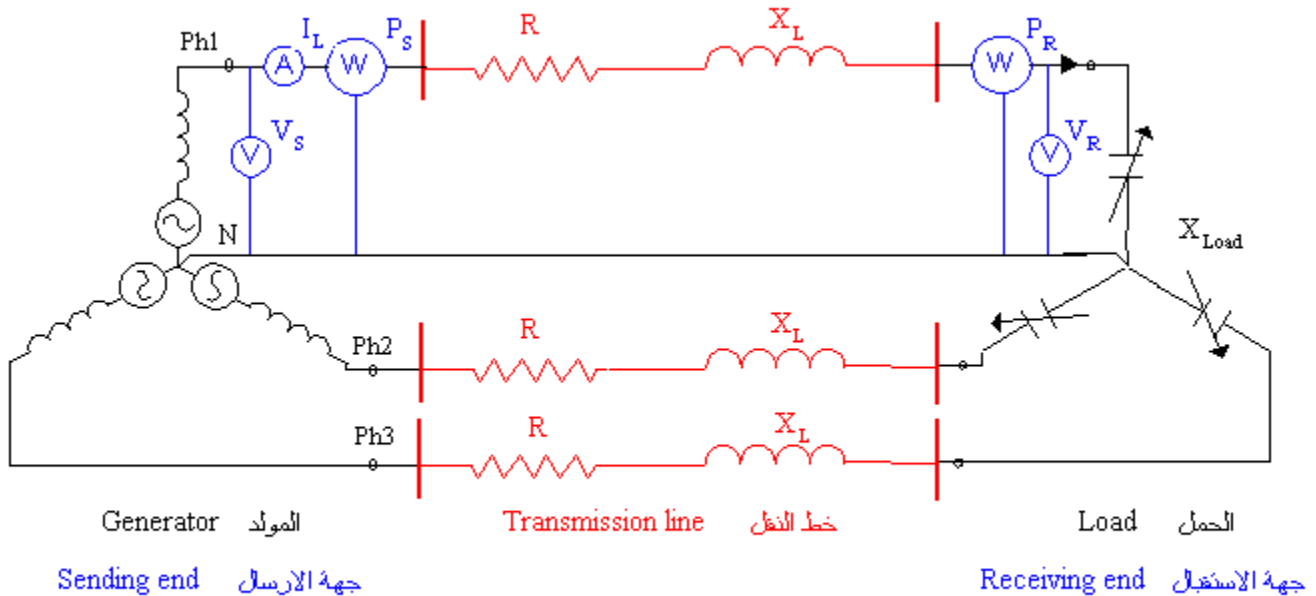
## المعدات والأجهزة المستعملة :

- مولد كهربائي تزامني ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد ثلاثي الطور.
- مقاومة مادية في حدود  $R=25\Omega$  و معاوقة حثية  $X_L=30\Omega$  لكل طور.
- حمل حثي ثلاثي الطور متغير القيمة  $X_{Load}=2\pi fL$ .
- عدد 2 أجهزة لقياس الجهد Voltmeter.
- جهاز لقياس التيار Ammeter.
- عدد 2 أجهزة لقياس القدرة Wattmeter + Varmeter.
- أجهزة قياس دقيقة (كاشف الذبذبة "Oscilloscope" أو أجهزة قياس رقمية).

## التطبيق العملي

يستخدم في هذه التجربة العملية وحدة تدريبية مكونة من الأجهزة والمعدات المذكورة أعلاه

موصلة حسب الدائرة الكهربائية المبينة بالشكل 4.4



الشكل 4.4 خط نقل قصير ثلاثي الطور يربط بين محطة التوليد والحمل



## إعداد الأجهزة اللازمة للتجربة

- التأكد من توفر وسلامة أجهزة المحطة المستخدمة في هذه التجربة و إمكانية تشغيلها حسب المتطلبات.

- توصيل الأجهزة حسب الدائرة المبينة في الشكل 4.4

- توصيل أجهزة القياس الرقمية إذا توفرت لتسجيل القيم اللحظية للجهد عند الإرسال والاستقبال و تيار الخط.

## قياس الجهد عند الإرسال وعند الاستقبال مع تيار الخط

- تشغيل مصدر التيار المتردد لتغذية الشبكة

- وزن الأحمال بين الأطوار الثلاثة وجعلها متساوية

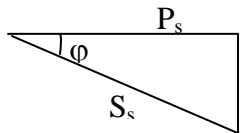
- تغيير قيمة الحمل على الأطوار الثلاث حسب الجدول التالي وتسجيل قيمة الجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وكذلك تيار الخط والقدرة عند الإرسال والاستقبال.

CosΦ <sub>R</sub>	Q <sub>S</sub> (VAR)	Q <sub>R</sub> (VAR)	S <sub>S</sub> (VA)	S <sub>R</sub> (VA)	P <sub>S</sub> (W)	P <sub>R</sub> (W)	I <sub>L</sub> (A)	V <sub>S</sub> (V)	V <sub>R</sub> (V)	الحمل	
										C(μf)	X <sub>Load</sub> (Ω)
											8.85 μf 300Ω
											4.42 μf 600 Ω
											2.95 μf 900 Ω

## القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال

كما يمكننا استخراج القدرة الظاهرية S(VA) والقدرة المفاعلة Q(VAR) ومعامل القدرة من

القوانين التالية لتكملة الجدول السابق.



$$S = 3VI_L = \frac{P}{\cos \phi}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

## كفاءة خط النقل Efficiency of transmission line

تمثل كفاءة خط النقل النسبة المئوية بين القدرة الفعالة المنقولة على الخط والتي تصل للمستهلك

على القدرة الفعالة المولدة عند الإرسال:

$$\eta(\%) = \frac{P_R}{P_S} \times 100$$

$\eta$ (%)	$P_S$ (W)	$P_R$ (W)	الحمل	
			C( $\mu$ f)	$X_{Load}$ ( $\Omega$ )
			8.85 $\mu$ f	300 $\Omega$
			4.42 $\mu$ f	600 $\Omega$
			2.95 $\mu$ f	900 $\Omega$

### معامل التنظيم لجهد الخط: Voltage Regulation of line

وهو فرق الجهد بين الإرسال والاستقبال على جهد الاستقبال كنسبة مئوية:

$$\Delta V(\%) = \frac{V_S - V_R}{V_R} \times 100$$

$\Delta V$ (%)	$V_S$ (V)	$V_R$ (V)	الحمل	
			C( $\mu$ f)	$X_{Load}$ ( $\Omega$ )
			0 $\mu$ f	0 $\Omega$
			8.85 $\mu$ f	300 $\Omega$
			4.42 $\mu$ f	600 $\Omega$
			2.95 $\mu$ f	900 $\Omega$

### القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل

في حال توفر الأجهزة اللازمة يتم طباعة منحنيات الجهد عند الإرسال والجهد عند الاستقبال وتيار

الحمل في حالة الحمل واللاحمل.

- حدد الزاوية بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال في حالة الحمل واللاحمل:

.....

- أبرز الفرق بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال وحدد الأسباب:

.....

- حدد الزاوية بين تيار الحمل والجهد عند الاستقبال؟

.....

الخلاصة:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## مختبر محطات التوليد ونقل القدرة

خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة II)



## الفصل الرابع: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة II)

### الجدارة:

التعرف على كيفية توصيل خط نقل متوسط توصيلة II بمحطة توليد كهربائية ليغذي أحمال كهربائية مختلفة مادي - حثي - سعوي. التعرف على كيفية قياس الجهود والتيارات والقدرة الكهربائية عند جهتي الإرسال والاستقبال.

### الأهداف:

عندما تكمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على معرفة:

- 1 - كيفية توصيل خط نقل متوسط توصيلة II.
- 2 - كيفية قياس الجهود والتيارات والقدرة عند الإرسال والاستقبال.

### مستوى الأداء المطلوب:

أن يصل المتدرب إلى إتقان المهارات الأساسية لتوصيل خطوط النقل المتوسطة ومدى تأثير مختلف الأحمال على كفاءة الخط ومعامل التنظيم.

### الوقت المتوقع للتدريب : 6 ساعات

### الوسائل المساعدة:

- مولد كهربائي تزامني ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد ثلاثي الطور.
- مقاومة ومحاثة وسعتين لتمثيل خط النقل المتوسط بتوصيلة II.
- مختلف الأحمال الثلاثية الطور (المادية والحثية والسعوية).
- أجهزة قياس للجهود والتيار والقدرة مع أجهزة قياس رقمية لتسجيل القيم اللحظية.

### متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته عن خطوط النقل المتوسطة في الفصل الخامس من الجزء النظري.

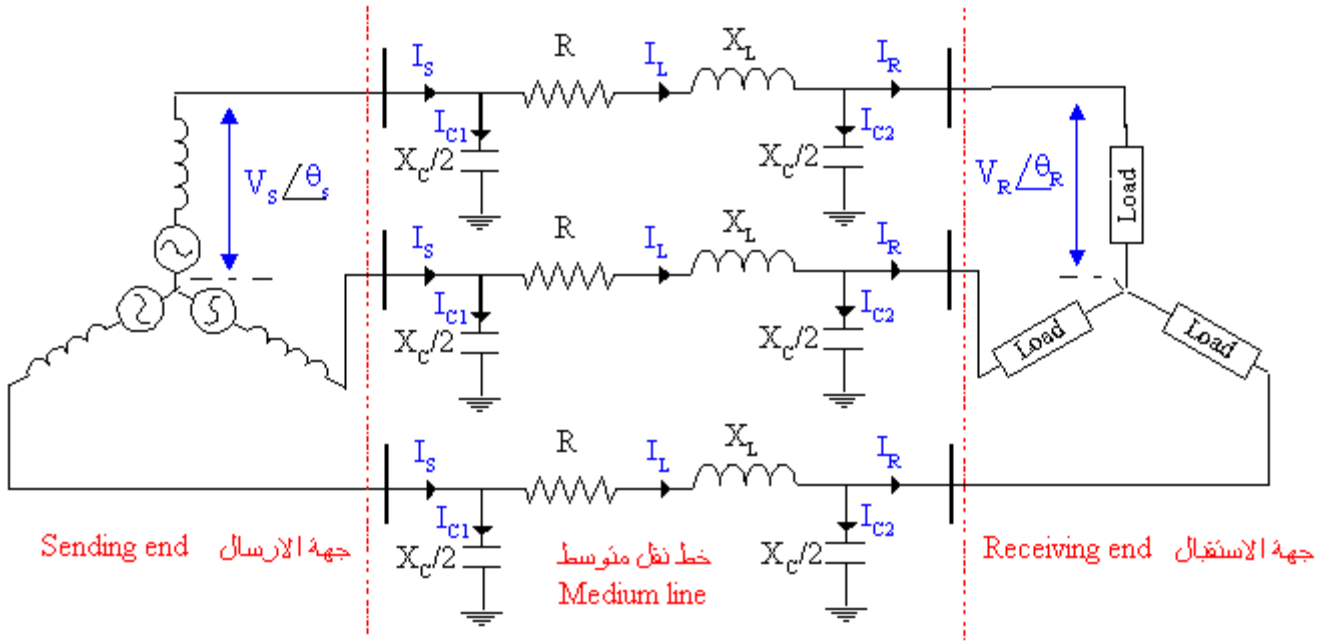
## التجربة السابعة: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة Π) يغذي حمل مادي

### الأهداف:

يتمكن المتدرب من معرفة كيفية توصيل خط نقل متوسط (توصيلة Π) ليربط بين محطة التوليد وحمل مادي. كما يتعرف المتدرب على كيفية قياس الجهد والتيار والقدرة عند جهتي الإرسال والاستقبال ومدى تأثير هذا النوع من الأحمال.

### الدائرة المكافئة لخط نقل متوسط توصيله Π

يتم تقسيم المفاعلة السعوية إلى نصفين، حيث يوضع النصف الأول في بداية الخط عند الإرسال والنصف الثاني عند الاستقبال بينما تتركز المقاومة والمفاعلة الحثية في الوسط مما يعطي الدائرة المكافئة شكل Π كما يبين الشكل 7.1. المفاعلة السعوية عند الإرسال أو عند المولد لن يكون لها أي تأثير على هبوط الجهد ولا على معامل التنظيم، ولكن تيار الشحن يضاف إلى تيار الخط لإيجاد تيار الإرسال كما في المعادلة التالية:  $I_s = I_{C1} + I_L$ .



الشكل ٧.١ خط نقل متوسط ثلاثي الأطوار مجسم على طريقة II (Pi-Model)

حيث:  $V_S$  جهد الطور عند الإرسال . Sending end voltage per phase

$V_R$  جهد الطور عند الاستقبال .Receiving end voltage per phase

$I_L$  تيار الخط . Line current

$I_S$  التيار عند الإرسال . Sending-end current

$I_R$  التيار عند الاستقبال . Receiving-end current

$R$  مقاومة الخط لكل طور . Line resistance per phase

$X_L$  المفاعلة الحثية للخط لكل طور .Inductive line reactance per phase

$X_C$  المفاعلة السعوية للخط لكل طور (مفاعلة التوازي) . Capacitive line reactance per phase

$\Delta V$  هبوط الجهد على الخط لكل طور .Line voltage drop per phase

$P_R(w)$  القدرة الفعالة عند الاستقبال . Active power at receiving end

$S_R(VA)$  القدرة الظاهرية عند الاستقبال . Apparent power at receiving end

$Q_R(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الاستقبال . Reactive power at receiving end

$\cos\phi_R$  معامل القدرة عند الاستقبال . power factor at receiving end

$P_S(w)$  القدرة الفعالة عند الإرسال . Active power at sending end

$S_S(VA)$  القدرة الظاهرية عند الإرسال . Apparent power at sending end

Reactive power at sending end  $Q_s(\text{VAR})$  القدرة المفاعلة عند الإرسال

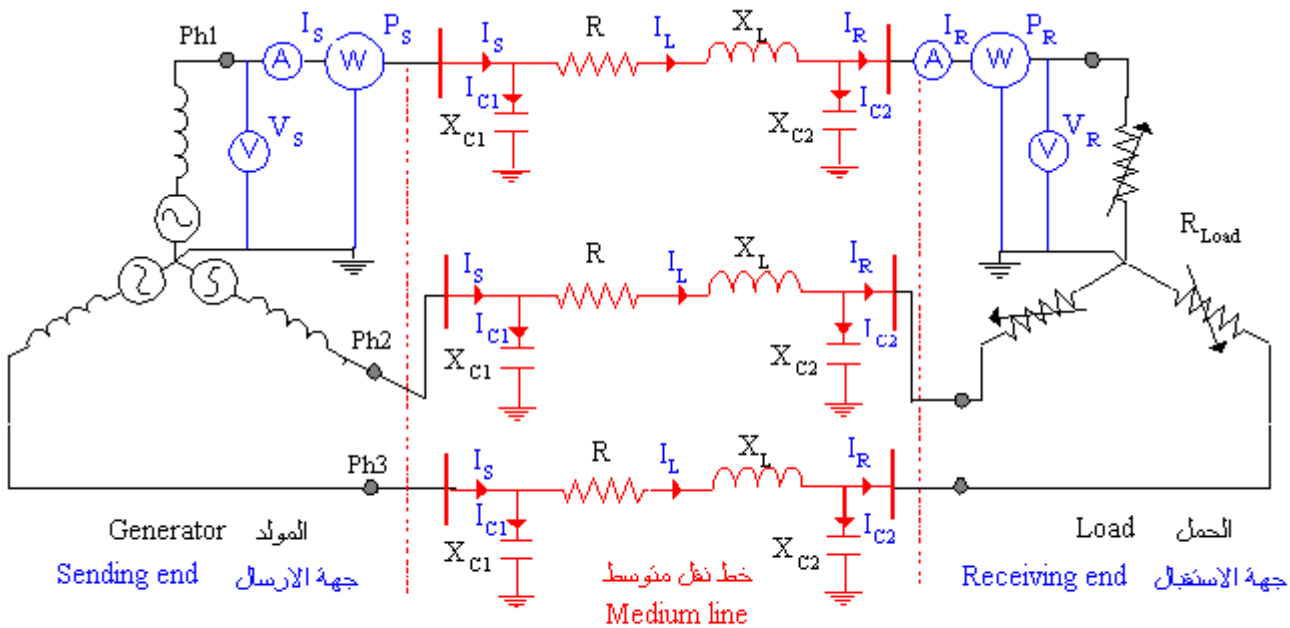
power factor at sending end  $\text{Cos}\phi_s$  معامل القدرة عند الإرسال

### المعدات والأجهزة المستعملة:

- مولد كهربائي تزامني ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد ثلاثي الطور.
- مقاومة مادية في حدود  $R=20\Omega$  ومفاعلة حثية  $X_L=40\Omega$  ومفاعلتين سعويتين  $X_{C1}=X_{C2}=2k\Omega$  لكل طور.
- حمل مادي ثلاثي الطور متغير القيمة  $R_{\text{Load}}$ .
- جهازان لقياس الجهد 2 Voltmeter.
- جهازان لقياس التيار 2 Ammeter.
- أجهزة لقياس القدرة 2 Wattmeter - 2 Varmeter.
- أجهزة لقياس القيمة اللحظية (كاشف الذبذبة "Oscilloscope" أو أجهزة قياس رقمية).

### التطبيق العملي

يستخدم في هذه التجربة العملية وحدة تدريبية مكونة من الأجهزة والمعدات المذكورة أعلاه موصلة حسب الدائرة الكهربائية المبينة بالشكل 7.2.



الشكل 7.2 خط نقل متوسط ثلاثي الطور مجسم على طريقة  $\Pi$  ( $\Pi$ -Model)

## إعداد الأجهزة اللازمة للتجربة

- التأكد من توفر وسلامة أجهزة المحطة المستخدمة في هذه التجربة و إمكانية تشغيلها حسب المتطلبات.

- توصيل الأجهزة حسب الدائرة المبينة في الشكل 7.2.

- توصيل أجهزة القياس الرقمية إذا توفرت لتسجيل القيم اللحظية للجهد عند الإرسال والاستقبال و تيار الخط.

## قياس الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال

- تشغيل مصدر التيار المتردد لتغذية الشبكة.

- وزن الأحمال بين الأطوار الثلاثة وجعلها متساوية.

- تغيير قيمة الحمل على الأطوار الثلاث حسب الجدول التالي وتسجيل قيمة الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال وكذلك القدرة عند جهتي الإرسال والاستقبال.

$\text{Cos}\Phi_R$	$Q_S$ (VAR)	$Q_R$ (VAR)	$S_S$ (VA)	$S_R$ (VA)	$P_S$ (W)	$P_R$ (W)	$I_S$ (A)	$I_R$ (A)	$V_S$ (V)	$V_R$ (V)	الحمل $R(\Omega)$
											300 $\Omega$
											600 $\Omega$
											900 $\Omega$

## القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال

كما يمكننا استخراج القدرة الظاهرية  $S(VA)$  والقدرة المفاعلة  $Q(VAR)$  ومعامل القدرة من

القوانين التالية لتكملة الجدول السابق.

$$S = 3VI = \frac{P}{\cos\phi}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

## كفاءة خط النقل Efficiency of transmission line

تمثل كفاءة خط النقل النسبة المئوية بين القدرة الفعالة المنقولة على الخط والتي تصل للمستهلك

على القدرة الفعالة المولدة عند الإرسال:

$$\eta(\%) = \frac{P_R}{P_S} \times 100$$



الحمل	$P_R$ (W)	$P_S$ (W)	$\eta$ (%)
300 $\Omega$			
600 $\Omega$			
900 $\Omega$			

## معامل التنظيم لجهد الخط: Voltage Regulation of line

وهو فرق الجهد بين الإرسال والاستقبال على جهد الاستقبال كنسبة مئوية:

$$\Delta V(\%) = \frac{V_S - V_R}{V_R} \times 100$$

الحمل	$V_R$ (V)	$V_S$ (V)	$\Delta V$ (%)
0 $\Omega$			
300 $\Omega$			
600 $\Omega$			
900 $\Omega$			

## القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل

في حال توفر الأجهزة اللازمة يتم طباعة منحنيات الجهد عند الإرسال والجهد عند الاستقبال وتيار الحمل.

- حدد الزاوية بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال في حالة الحمل واللاحمل:

.....

.....

.....

.....

- بين الفرق بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال وحدد الأسباب:

.....

.....

.....

.....

- حدد الزاوية بين تيار الحمل والجهد عند الاستقبال على المنحنيات؟

.....

.....

الخلاصة:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## التجربة الثامنة: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة Π) يغذي حمل حثي

### الأهداف:

يتمكن المتدرب من معرفة كيفية توصيل خط نقل متوسط (توصيلة Π) ليربط بين محطة التوليد وحمل حثي. كما يتعرف المتدرب على كيفية قياس الجهد والتيار والقدرة عند جهتي الإرسال والاستقبال ومدى تأثير هذا النوع من الأحمال.

### الدائرة المكافئة لخط نقل متوسط توصيله Π

يتم تقسيم المفاعلة السعوية إلى نصفين، حيث يوضع النصف الأول في بداية الخط عند الإرسال والنصف الثاني عند الاستقبال بينما تتركز المقاومة والمفاعلة الحثية في الوسط مما يعطي الدائرة المكافئة شكل Π كما يبين الشكل 7.1 المفاعلة السعوية عند الإرسال أو عند المولد لن يكون لها أي تأثير على هبوط الجهد ولا على معامل التنظيم، ولكن تيار الشحن يضاف إلى تيار الخط لإيجاد تيار الإرسال.

حيث:  $V_S$  جهد الطور عند الإرسال Sending end voltage per phase.

$V_R$  جهد الطور عند الاستقبال Receiving end voltage per phase.

$I_L$  تيار الخط Line current.

$I_S$  التيار عند الإرسال Sending-end current.

$I_R$  التيار عند الاستقبال Receiving-end current.

$P_R(W)$  القدرة الفعالة عند الاستقبال Active power at receiving end.

$S_R(VA)$  القدرة الظاهرية عند الاستقبال Apparent power at receiving end.

$Q_R(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الاستقبال Reactive power at receiving end.

$\cos\phi_R$  معامل القدرة عند الاستقبال power factor at receiving end.

$P_S(W)$  القدرة الفعالة عند الإرسال Active power at sending end.

$S_S(VA)$  القدرة الظاهرية عند الإرسال Apparent power at sending end.

$Q_S(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الإرسال Reactive power at sending end.

$\cos\phi_S$  معامل القدرة عند الإرسال power factor at sending end.

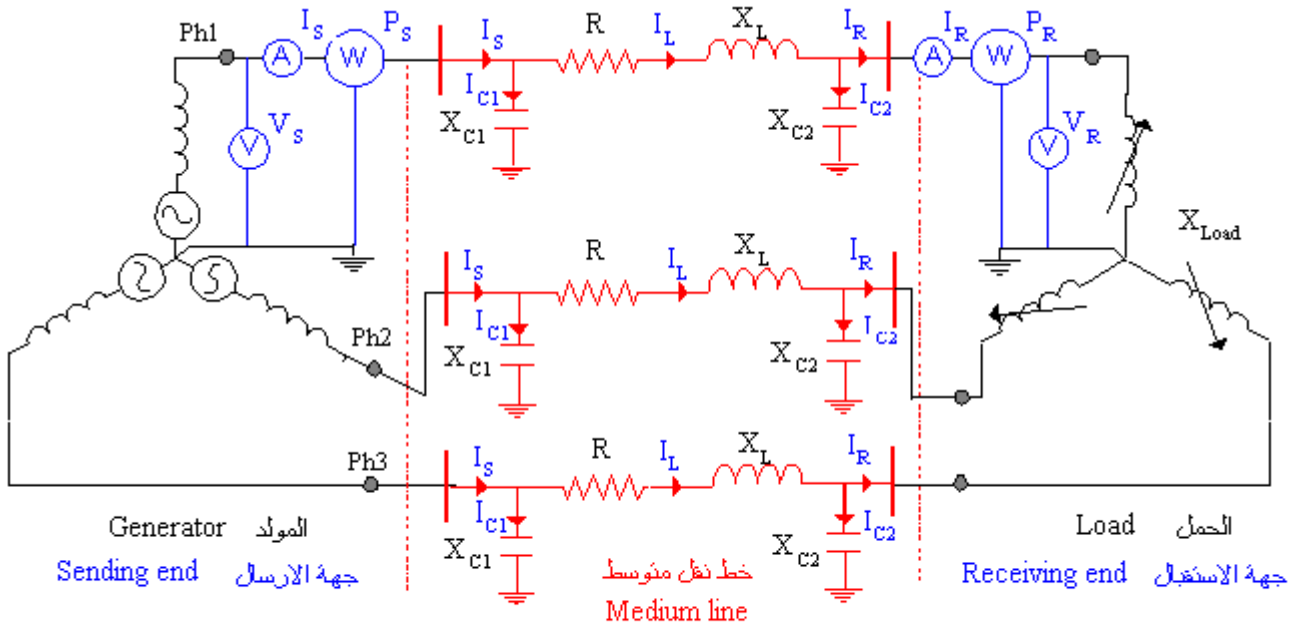
## المعدات والأجهزة المستعملة :

- مولد كهربائي تزامني ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد ثلاثي الطور
- مقاومة مادية في حدود  $R=20\Omega$  و مفاعلة حثية  $X_L=40\Omega$  ومفاعلتين سعويتين  $X_{C1}=X_{C2}=2k\Omega$  لكل طور
- حمل حثي ثلاثي الطور متغير القيمة  $X_{Load}$
- جهازان لقياس الجهد 2 Voltmeter
- جهازان لقياس التيار 2 Ammeter
- أجهزة لقياس القدرة 2 Wattmeter - 2 Varmeter
- أجهزة قياس للقيمة اللحظية (كاشف الذبذبة "Oscilloscope" أو أجهزة قياس رقمية)

## التطبيق العملي

يستخدم في هذه التجربة العملية وحدة تدريبية مكونة من الأجهزة والمعدات المذكورة أعلاه

موصلة حسب الدائرة الكهربائية المبينة بالشكل 7.3.



الشكل 7.3 خط نقل متوسط ثلاثي الطور مجسم على طريقة Π (Π-Model) يغذي حمل حثي

## أعداد الأجهزة اللازمة للتجربة

- التأكد من توفر وسلامة أجهزة المحطة المستخدمة في هذه التجربة و إمكانية تشغيلها حسب المتطلبات.
- توصيل الأجهزة حسب الدائرة المبينة في الشكل 7.3.
- توصيل أجهزة القياس الرقمية إذا توفرت لتسجيل القيم اللحظية للجهد عند الإرسال والاستقبال و تيار الخط.

## قياس الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال

- تشغيل مصدر التيار المتردد لتغذية الشبكة.
- وزن الأحمال بين الأطوار الثلاثة وجعلها متساوية.
- تغيير قيمة الحمل على الأطوار الثلاث حسب الجدول التالي وتسجيل قيمة الجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وكذلك تيار الخط والقدرة عند الإرسال والاستقبال.

CosΦ <sub>R</sub>	Q <sub>S</sub> (VAR)	Q <sub>R</sub> (VAR)	S <sub>S</sub> (VA)	S <sub>R</sub> (VA)	P <sub>S</sub> (W)	P <sub>R</sub> (W)	I <sub>S</sub> (A)	I <sub>R</sub> (A)	V <sub>S</sub> (V)	V <sub>R</sub> (V)	الحمل		
											L(H)	X <sub>Load</sub> (Ω)	
												0.8 H	300 Ω
												1.6 H	600 Ω
												2.4 H	900 Ω

## القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال

- يمكننا استخراج القدرة الظاهرية S(VA) والقدرة المفاعلة Q(VAR) ومعامل القدرة من القوانين التالية لتكملة الجدول السابق.

$$S = 3VI = \frac{P}{\cos \phi}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

## كفاءة خط النقل Efficiency of transmission line

تمثل كفاءة خط النقل النسبة المئوية بين القدرة الفعالة المنقولة على الخط والتي تصل للمستهلك

على القدرة الفعالة المولدة عند الإرسال:

$$\eta(\%) = \frac{P_R}{P_S} \times 100$$

$\eta$ (%)	$P_S$ (W)	$P_R$ (W)	الحمل	
			L(H)	$X_{Load}$ ( $\Omega$ )
			0.8 H	300 $\Omega$
			1.6 H	600 $\Omega$
			2.4 H	900 $\Omega$

## معامل التنظيم لجهد الخط: Voltage Regulation of line

وهو فرق الجهد بين الإرسال والاستقبال على جهد الاستقبال كنسبة مئوية:

$$\Delta V(\%) = \frac{V_S - V_R}{V_R} \times 100$$

$\Delta V$ (%)	$V_S$ (V)	$V_R$ (V)	الحمل	
			L(H)	$X_{Load}$ ( $\Omega$ )
			0 H	0 $\Omega$
			0.8 H	300 $\Omega$
			1.6 H	600 $\Omega$
			2.4 H	900 $\Omega$

## القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل

في حال توفر الأجهزة اللازمة يتم طباعة منحنيات الجهد عند الإرسال الجهد عند الاستقبال وتيار

الحمل في حالة الحمل واللاحمل.

- حدد الزاوية بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال في حالة الحمل واللاحمل:

.....

.....

.....

- أبرز الفرق بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال وحدد الأسباب:

- حدد الزاوية بين تيار الحمل والجهد عند الاستقبال على المنحنيات؟

الخلاصة:

## التجربة التاسعة: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة Π) يغذي حمل سعوي

### الأهداف:

يتمكن المتدرب من معرفة كيفية توصيل خط نقل متوسط (توصيلة Π) ليربط بين محطة التوليد وحمل حثي. كما يتعرف المتدرب على كيفية قياس الجهد والتيار والقدرة عند جهتي الإرسال والاستقبال ومدى تأثير هذا النوع من الأحمال.

### الدائرة المكافئة لخط نقل متوسط توصيلة Π

يتم تقسيم المفاعلة السعوية إلى نصفين، حيث يوضع النصف الأول في بداية الخط عند الإرسال والنصف الثاني عند الاستقبال بينما تتركز المقاومة والمفاعلة الحثية في الوسط مما يعطي الدائرة المكافئة شكل Π كما يبين الشكل 7.1. المفاعلة السعوية عند الإرسال أو عند المولد لن يكون لها أي تأثير على هبوط الجهد ولا على معامل التنظيم، ولكن تيار الشحن يضاف إلى تيار الخط لإيجاد تيار الإرسال.

حيث:  $V_S$  جهد الطور عند الإرسال Sending end voltage per phase.

$V_R$  جهد الطور عند الاستقبال Receiving end voltage per phase.

$I_L$  تيار الخط Line current.

$I_S$  التيار عند الإرسال Sending-end current.

$I_R$  التيار عند الاستقبال Receiving-end current.

$P_R(W)$  القدرة الفعالة عند الاستقبال Active power at receiving end.

$S_R(VA)$  القدرة الظاهرية عند الاستقبال Apparent power at receiving end.

$Q_R(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الاستقبال Reactive power at receiving end.

$\cos\phi_R$  معامل القدرة عند الاستقبال power factor at receiving end.

$P_S(W)$  القدرة الفعالة عند الإرسال Active power at sending end.

$S_S(VA)$  القدرة الظاهرية عند الإرسال Apparent power at sending end.

$Q_S(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الإرسال Reactive power at sending end.

$\cos\phi_S$  معامل القدرة عند الإرسال power factor at sending end.



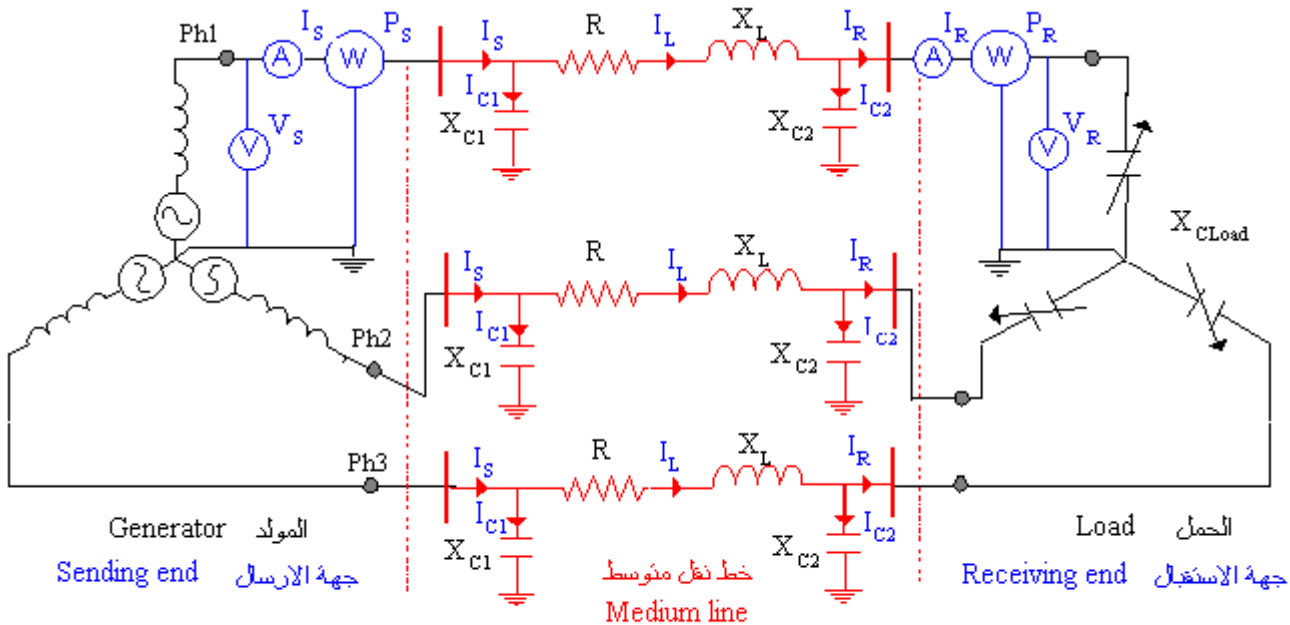
## المعدات والأجهزة المستعملة :

- مولد كهربائي تزامني ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد ثلاثي الطور.
- مقاومة مادية في حدود  $R=20\Omega$  و مفاعلة حثية  $X_L=40\Omega$  ومفاعلتين سعويتين  $X_{C1}=X_{C2}=2k\Omega$  لكل طور.
- حمل سعوي ثلاثي طور متغير القيمة  $X_{CLoad}$ .
- جهازان لقياس الجهد 2 Voltmeter.
- جهازان لقياس التيار 2 Ammeter.
- أجهزة لقياس القدرة 2 Wattmeter - 2 Varmeter.
- أجهزة قياس للقيمة اللحظية (كاشف الذبذبة "Oscilloscope" أو أجهزة قياس رقمية).

## التطبيق العملي

يستخدم في هذه التجربة العملية وحدة تدريبية مكونة من الأجهزة والمعدات المذكورة أعلاه

موصلة حسب الدائرة الكهربائية المبينة بالشكل 7.4



الشكل 7.4 خط نقل متوسط ثلاثي الطور مجسم على طريقة Π (Π-Model) يغذي حمل سعوي

## إعداد الأجهزة اللازمة للتجربة

- التأكد من توفر و سلامة أجهزة المحطة المستخدمة في هذه التجربة و إمكانية تشغيلها حسب المتطلبات.

- توصيل الأجهزة حسب الدائرة المبينة في الشكل 7.4.

- توصيل أجهزة القياس الرقمية إذا توفرت لتسجيل القيم اللحظية للجهد عند الإرسال والاستقبال و تيار الخط.

## قياس الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال

- تشغيل مصدر التيار المتردد لتغذية الشبكة.
- وزن الأحمال بين الأطوار الثلاثة وجعلها متساوية.
- تغيير قيمة الحمل على الأطوار الثلاث حسب الجدول التالي وتسجيل قيمة الجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وكذلك تيار الخط والقدرة عند الإرسال والاستقبال.

CosΦ <sub>R</sub>	Q <sub>S</sub> (VAR)	Q <sub>R</sub> (VAR)	S <sub>S</sub> (VA)	S <sub>R</sub> (VA)	P <sub>S</sub> (W)	P <sub>R</sub> (W)	I <sub>S</sub> (A)	I <sub>R</sub> (A)	V <sub>S</sub> (V)	V <sub>R</sub> (V)	الحمل		
											C(F)	X <sub>Load</sub> (Ω)	
												8.85 μf	300Ω
												600	Ω
												4.42 μf	
												900	Ω
												2.95 μf	

## القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال

يمكننا استخراج القدرة الظاهرية S(VA) والقدرة المفاعلة Q(VAR) ومعامل القدرة من

القوانين التالية لتكملة الجدول السابق.

$$S = 3VI = \frac{P}{\cos \phi}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

## كفاءة خط النقل Efficiency of transmission line

تمثل كفاءة خط النقل النسبة المئوية بين القدرة الفعالة المنقولة على الخط والتي تصل للمستهلك

على القدرة الفعالة المولدة عند الإرسال:

$$\eta(\%) = \frac{P_R}{P_S} \times 100$$

$\eta$ (%)	$P_S$ (W)	$P_R$ (W)	الحمل	
			$C(\mu f)$	$X_{Load}$ ( $\Omega$ )
			8.85 $\mu f$	300 $\Omega$
			4.42 $\mu f$	600 $\Omega$
			900	$\Omega$ 2.95 $\mu f$

## معامل التنظيم لجهد الخط: Voltage Regulation of line

وهو فرق الجهد بين الإرسال والاستقبال على جهد الاستقبال كنسبة مئوية:

$$\Delta V(\%) = \frac{V_S - V_R}{V_R} \times 100$$

$\Delta V$ (%)	$V_S$ (V)	$V_R$ (V)	الحمل	
			$C(\mu f)$	$X_{Load}$ ( $\Omega$ )
			0 $\mu f$	0 $\Omega$
			8.85 $\mu f$	300 $\Omega$
			4.42 $\mu f$	600 $\Omega$
			2.95 $\mu f$	900 $\Omega$

## القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل

في حال توفر الأجهزة اللازمة يتم طباعة منحنيات الجهد عند الإرسال الجهد عند الاستقبال وتيار

الحمل في حالة الحمل واللاحمل.

- حدد الزاوية بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال في حالة الحمل واللاحمل:

- بين الفرق بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال وحدد الأسباب:

- حدد الزاوية بين تيار الحمل والجهد عند الاستقبال على المنحنيات؟

الخلاصة:

## مختبر محطات التوليد ونقل القدرة

خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة T)



## الفصل الخامس: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة T)

### الجدارة:

التعرف على كيفية توصيل خط نقل متوسط توصيلة T بمحطة توليد كهربائية ليغذي أحمال كهربائية مختلفة مادي - حثي - سعوي.

التعرف على كيفية قياس الجهود والتيارات والقدرة الكهربائية عند جهتي الإرسال والاستقبال ومدى تأثير مختلف أنواع الأحمال على الخط.

### الأهداف:

عندما تكمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على معرفة:

- 1 - كيفية توصيل خط نقل متوسط توصيلة T .
- 2 - كيفية قياس الجهود والتيارات والقدرة عند الإرسال والاستقبال.

### مستوى الأداء المطلوب:

أن يصل المتدرب إلى إتقان المهارات الأساسية لتوصيل خطوط النقل المتوسطة ومدى تأثير مختلف الأحمال على كفاءة الخط ومعامل التنظيم.

### الوقت المتوقع للتدريب : 6 ساعات

### الوسائل المساعدة:

- مولد كهربائي تزامني ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد ثلاثي الطور.
- مقاومتان ومحاثتان وسعة لتمثيل خط النقل المتوسط بتوصيله T.
- مختلف الأحمال الثلاثية الطور (المادية والحثية والسعوية).
- أجهزة قياس للجهود والتيار والقدرة مع أجهزة قياس رقمية لتسجيل القيم اللحظية.

### متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته عن خطوط النقل المتوسطة في الفصل الخامس من الجزء النظري.

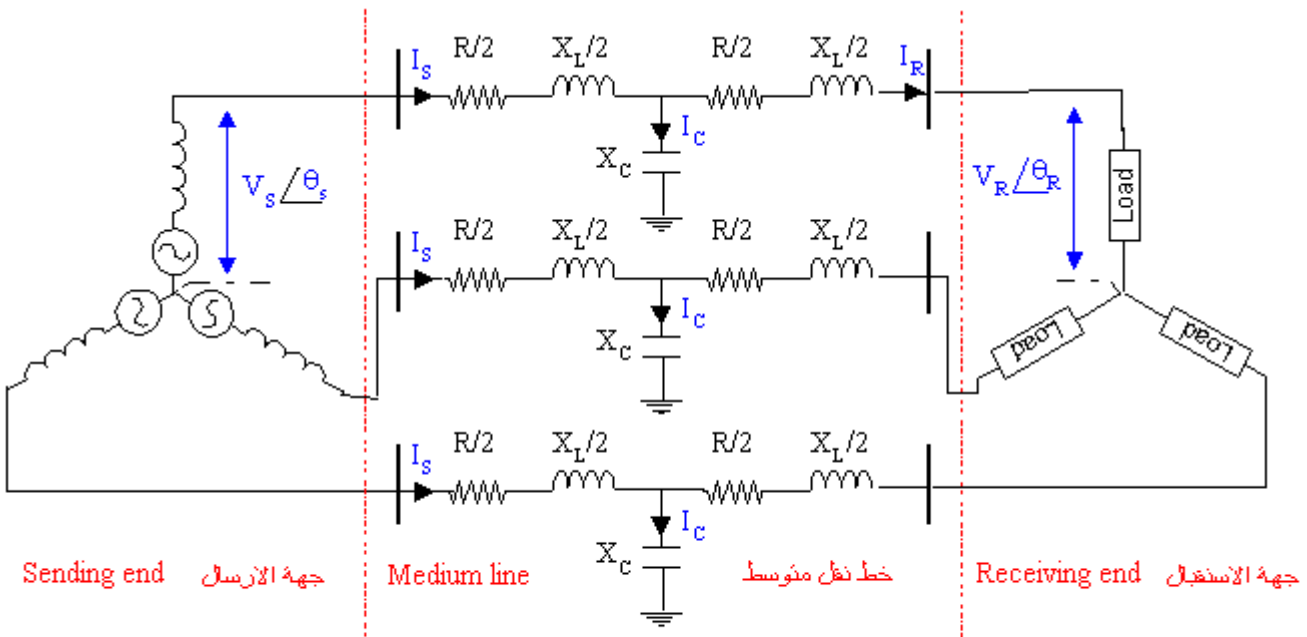
## التجربة العاشرة: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة T) يغذي حمل مادي

### الأهداف:

يتمكن المتدرب من معرفة كيفية توصيل خط نقل متوسط (توصيلة T) ليربط بين محطة التوليد وحمل مادي. كما يتعرف المتدرب على كيفية قياس الجهد والتيار والقدرة عند جهتي الإرسال والاستقبال ومدى تأثير هذا النوع من الأحمال.

### الدائرة المكافئة لخط نقل متوسط (توصيله T)

تتمثل هذه الطريقة في اعتبار المفاعلة السعوية مركزة في وسط الخط بين نصفي المقاومة و المفاعلة الحثية للخط مما يعطي الدائرة المكافئة شكل T كما هو مبين في الشكل 10.1.



الشكل 10.1: خط نقل متوسط ثلاثي طور مجسم على طريقة T (T-Model)

- حيث:  $V_S$  جهد الطور عند الإرسال .Sending end voltage per phase
- $V_R$  جهد الطور عند الاستقبال .Receiving end voltage per phase
- $I_S$  التيار عند الإرسال .Sending-end current
- $I_R$  التيار عند الاستقبال .Receiving-end current
- $R$  مقاومة الخط لكل طور .Line resistance per phase
- $X_L$  المفاعلة الحثية للخط لكل طور .Inductive line reactance per phase
- $X_C$  المفاعلة السعوية للخط لكل طور (مفاعلة التوازي) .Capacitive line reactance per phase
- $\Delta V$  هبوط الجهد على الخط لكل طور .Line voltage drop per phase
- $P_R(W)$  القدرة الفعالة عند الاستقبال .Active power at receiving end
- $S_R(VA)$  القدرة الظاهرية عند الاستقبال .Apparent power at receiving end
- $Q_R(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الاستقبال .Reactive power at receiving end
- $\cos\phi_R$  معامل القدرة عند الاستقبال . power factor at receiving end
- $P_S(W)$  القدرة الفعالة عند الإرسال .Active power at sending end
- $S_S(VA)$  القدرة الظاهرية عند الإرسال .Apparent power at sending end
- $Q_S(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الإرسال .Reactive power at sending end
- $\cos\phi_S$  معامل القدرة عند الإرسال . power factor at sending end

### المعدات والأجهزة المستعملة:

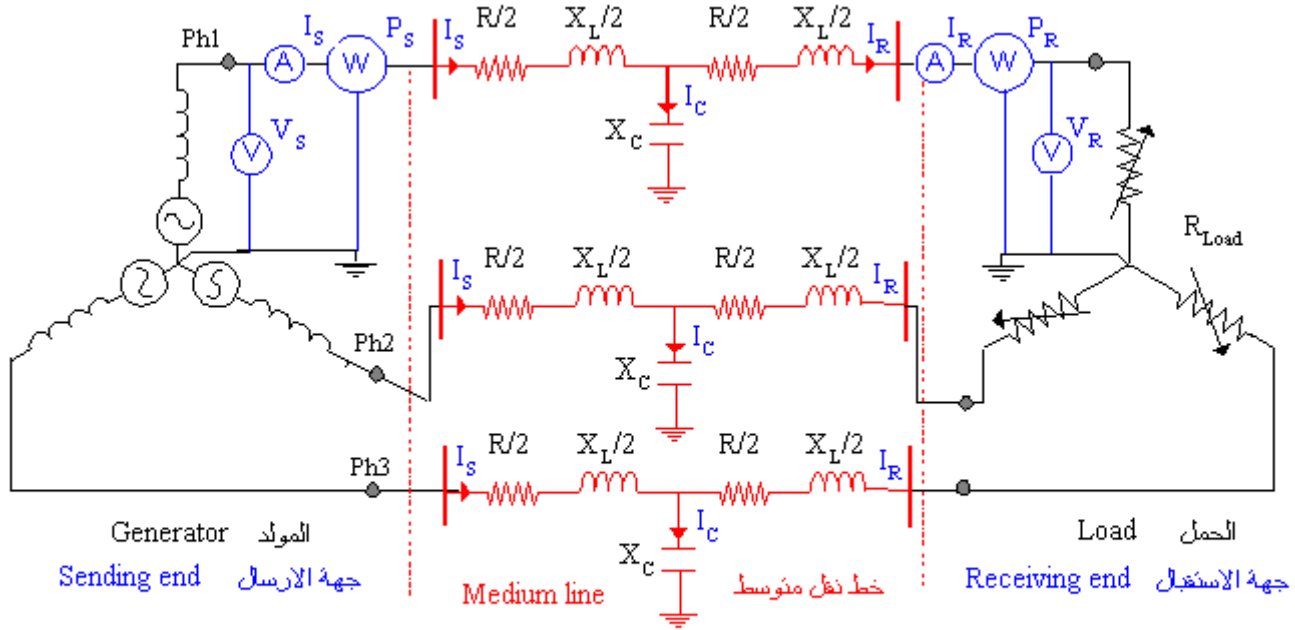
- مولد كهربائي تزامني ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد ثلاثي الطور.
- مقاومتان في حدود  $R_1=R_2=10\Omega$  ومفاعلة حثية  $X_{L1}=X_{L2}=20\Omega$  ومفاعلة سعوية  $X_C=4k\Omega$  لكل طور.
- حمل مادي ثلاثي الطور متغير القيمة  $R_{Load}$ .
- جهازان لقياس الجهد 2 Voltmeter.
- جهازان لقياس التيار 2 Ammeter.
- أجهزة لقياس القدرة 2 Wattmeter - 2 Varmeter.
- أجهزة قياس للقيمة اللحظية (كاشف الذبذبة "Oscilloscope" أو أجهزة قياس رقمية).



## التطبيق العملي

يستخدم في هذه التجربة العملية وحدة تدريبية مكونة من الأجهزة والمعدات المذكورة أعلاه

موصلة حسب الدائرة الكهربائية المبينة بالشكل 10.2.



الشكل ١٠، ٢ خط نقل متوسط ثلاثي الطور مجسم على طريقة T (T-Model) يغذي حمل مادي

## أعداد الأجهزة اللازمة للتجربة

- التأكد من توفر و سلامة الأجهزة المستخدمة في هذه التجربة و إمكانية تشغيلها حسب المتطلبات.
- توصيل الأجهزة حسب الدائرة المبينة في الشكل 10.2.
- توصيل أجهزة القياس الرقمية إذا توفرت لتسجيل القيم اللحظية للجهد عند الإرسال والاستقبال و تيار الخط.

## قياس الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال

- تشغيل مصدر التيار المتردد لتغذية الشبكة.
- وزن الأحمال بين الأطوار الثلاثة وجعلها متساوية.
- تغيير قيمة الحمل على الأطوار الثلاث حسب الجدول التالي وتسجيل قيمة الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال وكذلك القدرة عند جهتي الإرسال والاستقبال.

$\text{Cos}\Phi_R$	$Q_S$ (VAR)	$Q_R$ (VAR)	$S_S$ (VA)	$S_R$ (VA)	$P_S$ (W)	$P_R$ (W)	$I_S$ (A)	$I_R$ (A)	$V_S$ (V)	$V_R$ (V)	الحمل $R(\Omega)$
											300 $\Omega$
											600 $\Omega$
											900 $\Omega$

القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال

كما يمكننا استخراج القدرة الظاهرية  $S(VA)$  والقدرة المفاعلة  $Q(VAR)$  ومعامل القدرة من

القوانين التالية لتكملة الجدول السابق.

$$S = 3VI = \frac{P}{\cos\phi}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

كفاءة خط النقل Efficiency of transmission line

تمثل كفاءة خط النقل النسبة المئوية بين القدرة الفعالة المنقولة على الخط والتي تصل للمستهلك

على القدرة الفعالة المولدة عند الإرسال:

$$\eta(\%) = \frac{P_R}{P_S} \times 100$$

$\eta$ (%)	$P_S$ (W)	$P_R$ (W)	الحمل
			300 $\Omega$
			600 $\Omega$
			900 $\Omega$

معامل التنظيم لجهد الخط: Voltage Regulation of line

وهو فرق الجهد بين الإرسال والاستقبال على جهد الاستقبال كنسبة مئوية:

$$\Delta V(\%) = \frac{V_S - V_R}{V_R} \times 100$$

$\Delta V$ (%)	$V_S$ (V)	$V_R$ (V)	الحمل
			0 $\Omega$
			300 $\Omega$
			600 $\Omega$
			900 $\Omega$

القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل

في حال توفر الأجهزة اللازمة يتم طباعة منحنيات الجهد عند الإرسال والجهد عند الاستقبال وتيار الحمل.

- حدد الزاوية بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال في حالة الحمل واللاحمل:

.....

.....

.....

.....

- بين الفرق بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال وحدد الأسباب:

.....

.....

.....

.....

- حدد الزاوية بين تيار الحمل والجهد عند الاستقبال على المنحنيات؟

.....

.....

الخلاصة:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## التجربة الحادية عشرة: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة T) يغذي حمل حثي

### الأهداف:

يتمكن المتدرب من معرفة كيفية توصيل خط نقل متوسط (توصيلة T) ليربط بين محطة التوليد وحمل حثي. كما يتعرف المتدرب على كيفية قياس الجهد والتيار والقدرة عند جهتي الإرسال والاستقبال ومدى تأثير هذا النوع من الأحمال.

### الدائرة المكافئة لخط نقل متوسط (توصيله T)

تتمثل هذه الطريقة في اعتبار المفاعلة السعوية مركزة في وسط الخط بين نصفي المقاومة و المفاعلة الحثية للخط مما يعطي الدائرة المكافئة شكل T كما هو مبين في الشكل 10.1.

حيث:  $V_S$  جهد الطور عند الإرسال Sending end voltage per phase.

$V_R$  جهد الطور عند الاستقبال Receiving end voltage per phase.

$I_S$  التيار عند الإرسال Sending-end current.

$I_R$  التيار عند الاستقبال Receiving-end current.

$P_R(w)$  القدرة الفعالة عند الاستقبال Active power at receiving end.

$S_R(VA)$  القدرة الظاهرية عند الاستقبال Apparent power at receiving end.

$Q_R(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الاستقبال Reactive power at receiving end.

$\cos\phi_R$  معامل القدرة عند الاستقبال power factor at receiving end.

$P_S(w)$  القدرة الفعالة عند الإرسال Active power at sending end.

$S_S(VA)$  القدرة الظاهرية عند الإرسال Apparent power at sending end.

$Q_S(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الإرسال Reactive power at sending end.

$\cos\phi_S$  معامل القدرة عند الإرسال power factor at sending end.

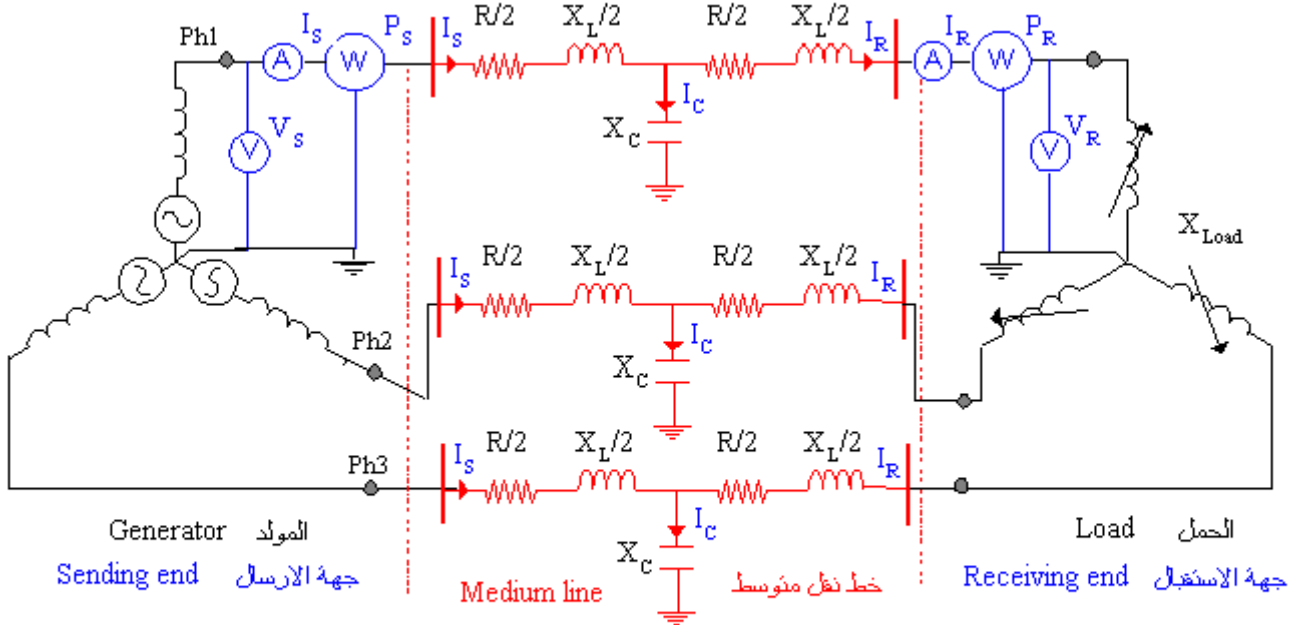
## المعدات والأجهزة المستعملة :

- مولد كهربائي تزامني ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد ثلاثي الطور.
- مقاومتان في حدود  $R_1=R_2=10\Omega$  ومفاعلة حثية  $X_{L1}=X_{L2}=20\Omega$  ومفاعلة سعوية  $X_C=4k\Omega$  لكل طور.
- حمل حثي ثلاثي الطور متغير القيمة  $X_{Load}$ .
- جهازان لقياس الجهد Voltmeter 2.
- جهازان لقياس التيار Ammeter 2.
- أجهزة لقياس القدرة 2 Wattmeter - 2 Varmeter.
- أجهزة قياس للقيمة اللحظية (كاشف الذبذبة "Oscilloscope" أو أجهزة قياس رقمية).

## التطبيق العملي

يستخدم في هذه التجربة العملية وحدة تدريبية مكونة من الأجهزة والمعدات المذكورة أعلاه

موصلة حسب الدائرة الكهربائية المبينة بالشكل 10.3.



الشكل 10.3 خط نقل متوسط ثلاثي الطور مجسم على طريقة T (T-Model) يغذي حمل حثي

## إعداد الأجهزة اللازمة للتجربة

- التأكد من توفر وسلامة أجهزة المحطة المستخدمة في هذه التجربة و إمكانية تشغيلها حسب المتطلبات.

- توصيل الأجهزة حسب الدائرة المبينة في الشكل 10.3.

- توصيل أجهزة القياس الرقمية إذا توفرت لتسجيل القيم اللحظية للجهد عند الإرسال والاستقبال و تيار الخط.

## قياس الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال

- تشغيل مصدر التيار المتردد لتغذية الشبكة
- وزن الأحمال بين الأطوار الثلاثة وجعلها متساوية
- تغيير قيمة الحمل على الأطوار الثلاث حسب الجدول التالي وتسجيل قيمة الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال وكذلك القدرة عند جهتي الإرسال والاستقبال.

CosΦ <sub>R</sub>	Q <sub>S</sub> (VAR)	Q <sub>R</sub> (VAR)	S <sub>S</sub> (VA)	S <sub>R</sub> (VA)	P <sub>S</sub> (W)	P <sub>R</sub> (W)	I <sub>S</sub> (A)	I <sub>R</sub> (A)	V <sub>S</sub> (V)	V <sub>R</sub> (V)	الحمل		
											L(H)	X <sub>Load</sub> (Ω)	
												0.8 H	300 Ω
												1.6 H	600 Ω
												2.4 H	900 Ω

## القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال

كما يمكننا استخراج القدرة الظاهرية S(VA) والقدرة المفاعلة Q(VAR) ومعامل القدرة من

القوانين التالية لتكملة الجدول السابق.

$$S = 3VI = \frac{P}{\cos \phi}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

## كفاءة خط النقل Efficiency of transmission line

تمثل كفاءة خط النقل النسبة المئوية بين القدرة الفعالة المنقولة على الخط والتي تصل للمستهلك

على القدرة الفعالة المولدة عند الإرسال:

$$\eta(\%) = \frac{P_R}{P_S} \times 100$$

$\eta$ (%)	$P_S$ (W)	$P_R$ (W)	الحمل	
			L(H)	$X_{Load}$ ( $\Omega$ )
			0.8 H	300 $\Omega$
			1.6 H	600 $\Omega$
			2.4 H	900 $\Omega$

## معامل التنظيم لجهد الخط: Voltage Regulation of line

وهو فرق الجهد بين الإرسال والاستقبال على جهد الاستقبال كنسبة مئوية:

$$\Delta V(\%) = \frac{V_S - V_R}{V_R} \times 100$$

$\Delta V$ (%)	$V_S$ (V)	$V_R$ (V)	الحمل	
			L(H)	$X_{Load}$ ( $\Omega$ )
			0 H	0 $\Omega$
			0.8 H	300 $\Omega$
			1.6 H	600 $\Omega$
			2.4 H	900 $\Omega$

## القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل

في حال توفر الأجهزة اللازمة يتم طباعة منحنيات الجهد عند الإرسال الجهد عند الاستقبال وتيار

الحمل في حالة الحمل واللاحمل.

- حدد الزاوية بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال في حالة الحمل واللاحمل:

.....

.....

.....

.....

.....

.....





## التجربة الثانية عشرة: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة T) يغذي حمل سعوي

### الأهداف:

يتمكن المتدرب من معرفة كيفية توصيل خط نقل متوسط (توصيلة T) ليربط بين محطة التوليد وحمل سعوي. كما يتعرف المتدرب على كيفية قياس الجهد والتيار والقدرة عند جهتي الإرسال والاستقبال ومدى تأثير هذا النوع من الأحمال.

### الدائرة المكافئة لخط نقل متوسط (توصيله T)

تتمثل هذه الطريقة في اعتبار المفاعلة السعوية مركزة في وسط الخط بين نصفي المقاومة و المفاعلة الحثية للخط مما يعطي الدائرة المكافئة شكل T كما هو مبين في الشكل 10.1.

حيث:  $V_S$  جهد الطور عند الإرسال Sending end voltage per phase.

$V_R$  جهد الطور عند الاستقبال Receiving end voltage per phase.

$I_S$  التيار عند الإرسال Sending-end current.

$I_R$  التيار عند الاستقبال Receiving-end current.

$P_R(w)$  القدرة الفعالة عند الاستقبال Active power at receiving end.

$S_R(VA)$  القدرة الظاهرية عند الاستقبال Apparent power at receiving end.

$Q_R(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الاستقبال Reactive power at receiving end.

$\cos\phi_R$  معامل القدرة عند الاستقبال power factor at receiving end.

$P_S(w)$  القدرة الفعالة عند الإرسال Active power at sending end.

$S_S(VA)$  القدرة الظاهرية عند الإرسال Apparent power at sending end.

$Q_S(VAR)$  القدرة المفاعلة عند الإرسال Reactive power at sending end.

$\cos\phi_S$  معامل القدرة عند الإرسال Power factor at sending end.

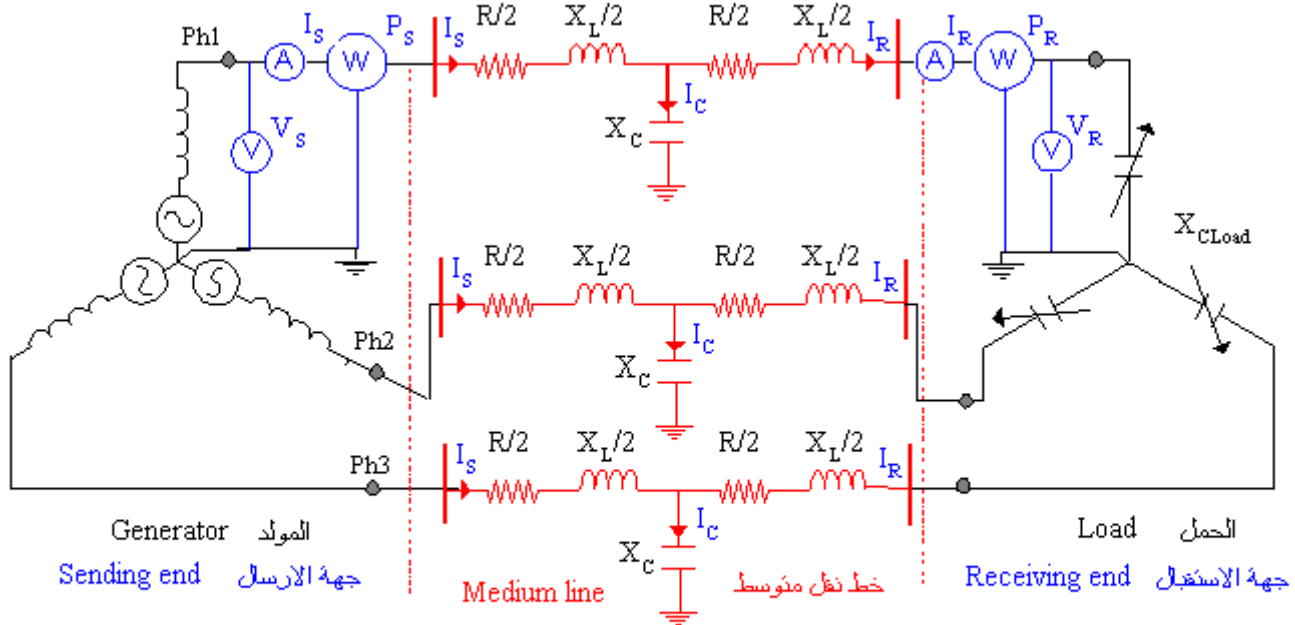
## المعدات والأجهزة المستعملة :

- مولد كهربائي تزامني ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد ثلاثي الطور.
- مقاومتان في حدود  $R_1=R_2=10\Omega$  ومفاعلة حثية  $X_{L1}=X_{L2}=20\Omega$  ومفاعلة سعوية  $X_C=4k\Omega$  لكل طور.
- حمل سعوي ثلاثي الطور متغير القيمة  $X_{CLoad}$ .
- جهازان لقياس الجهد 2 Voltmeter .
- جهازان لقياس التيار 2 Ammeter .
- أجهزة لقياس القدرة 2 Wattmeter - 2 Varmeter .
- أجهزة قياس للقيمة اللحظية (كاشف الذبذبة "Oscilloscope" أو أجهزة قياس رقمية).

## التطبيق العملي

يستخدم في هذه التجربة العملية وحدة تدريبية مكونة من الأجهزة والمعدات المذكورة أعلاه

موصلة حسب الدائرة الكهربائية المبينة بالشكل 10.4.



الشكل 10، 4 خط نقل متوسط ثلاثي الطور مجسم على طريقة T (T-Model) يغذي حمل سعوي

## إعداد الأجهزة اللازمة للتجربة

- التأكد من توفر وسلامة أجهزة المحطة المستخدمة في هذه التجربة وإمكانية تشغيلها حسب المتطلبات.

- توصيل الأجهزة حسب الدائرة المبينة في الشكل 10.4.

- توصيل أجهزة القياس الرقمية إذا توفرت لتسجيل القيم اللحظية للجهد والتيار عند الإرسال والاستقبال.

## قياس الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال

- تشغيل مصدر التيار المتردد لتغذية الشبكة.

- وزن الأحمال بين الأطوار الثلاثة وجعلها متساوية.

- تغيير قيمة الحمل على الأطوار الثلاث حسب الجدول التالي وتسجيل قيمة الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال وكذلك القدرة عند الإرسال والاستقبال.

CosΦ <sub>R</sub>	Q <sub>S</sub> (VAR)	Q <sub>R</sub> (VAR)	S <sub>S</sub> (VA)	S <sub>R</sub> (VA)	P <sub>S</sub> (W)	P <sub>R</sub> (W)	I <sub>S</sub> (A)	I <sub>R</sub> (A)	V <sub>S</sub> (V)	V <sub>R</sub> (V)	الحمل		
											C(F)	X <sub>Load</sub> (Ω)	
												8.85 μf	300Ω
												4.42 μf	600 Ω
												2.95 μf	900 Ω

## القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال

كما يمكننا استخراج القدرة الظاهرية S(VA) والقدرة المفاعلة Q(VAR) ومعامل القدرة من

القوانين التالية لتكملة الجدول السابق.

$$S = 3VI = \frac{P}{\cos \phi}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

## كفاءة خط النقل Efficiency of transmission line

تمثل كفاءة خط النقل النسبة المئوية بين القدرة الفعالة المنقولة على الخط والتي تصل للمستهلك

على القدرة الفعالة المولدة عند الإرسال:

$$\eta(\%) = \frac{P_R}{P_S} \times 100$$

$\eta$ (%)	$P_S$ (W)	$P_R$ (W)	الحمل	
			C( $\mu$ f)	$X_{Load}$ ( $\Omega$ )
			8.85 $\mu$ f	300 $\Omega$
			4.42 $\mu$ f	600 $\Omega$
			2.95 $\mu$ f	900 $\Omega$

## معامل التنظيم لجهد الخط: Voltage Regulation of line

وهو فرق الجهد بين الإرسال والاستقبال على جهد الاستقبال كنسبة مئوية:

$$\Delta V(\%) = \frac{V_S - V_R}{V_R} \times 100$$

$\Delta V$ (%)	$V_S$ (V)	$V_R$ (V)	الحمل	
			C( $\mu$ f)	$X_{Load}$ ( $\Omega$ )
			0 $\mu$ f	0 $\Omega$
			8.85 $\mu$ f	300 $\Omega$
			4.42 $\mu$ f	600 $\Omega$
			2.95 $\mu$ f	900 $\Omega$

## القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل

في حال توفر الأجهزة اللازمة يتم طباعة منحنيات الجهد عند الإرسال الجهد عند الاستقبال وتيار

الحمل في حالة الحمل واللاحمل.

- حدد الزاوية بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال في حالة الحمل واللاحمل:

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## مختبر محطات التوليد ونقل القدرة

### الآلات التزامنية



## الفصل السادس : ثوابت خطوط النقل الهوائية المتوسطة

### الجدارة:

فهم كيفية الحصول معمليا على ثوابت خط نقل متوسط باستخدام توصيلتي T - II .

### الأهداف:

عندما تكمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على معرفة:

- كيفية الحصول على ثوابت خط نقل متوسط عبر التجارب العملية.

### مستوى الأداء المطلوب:

إتقان المهارات الأساسية لدراسة خطوط النقل المتوسطة والحصول معمليا على ثوابت الخط ABCD .

الوقت المتوقع : 4 ساعات.

### الوسائل المساعدة:

- مولد كهربائي تزامني ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد متغير ثلاثي الطور.
- ( مقاومات + مفاعلات حثية + مفاعلات سعوية) لتجسيم خط النقل المتوسط.
- أجهزة قياس للجهد والتيار والقدرة مع أجهزة قياس رقمية لتسجيل القيم اللحظية.

### متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته عن خطوط النقل المتوسطة في الفصل الخامس من الجزء النظري.

## التجربة الثالثة عشرة: تحقيق ثوابت خط نقل متوسط (100 كم) باستخدام توصيلة $\Pi$

### الأهداف:

يتمكن المتدرب من معرفة كيفية الحصول معمليا على ثوابت خط نقل متوسط باستخدام توصيلة  $\Pi$

### ثوابت الدائرة المكافئة لخط نقل متوسط (توصيلة $\Pi$ ) Generalized Circuit Constants of Transmission Line

يمكننا اختصار الدائرة الكهربائية المكافئة لخط النقل بنظام ذو دخلان وهما الجهد والتيار عند الإرسال وخرجان وهما الجهد والتيار عند الاستقبال لكل طور كما هو مبين على الشكل 13.1 حيث تكون العلاقة بينهما كالتالي:

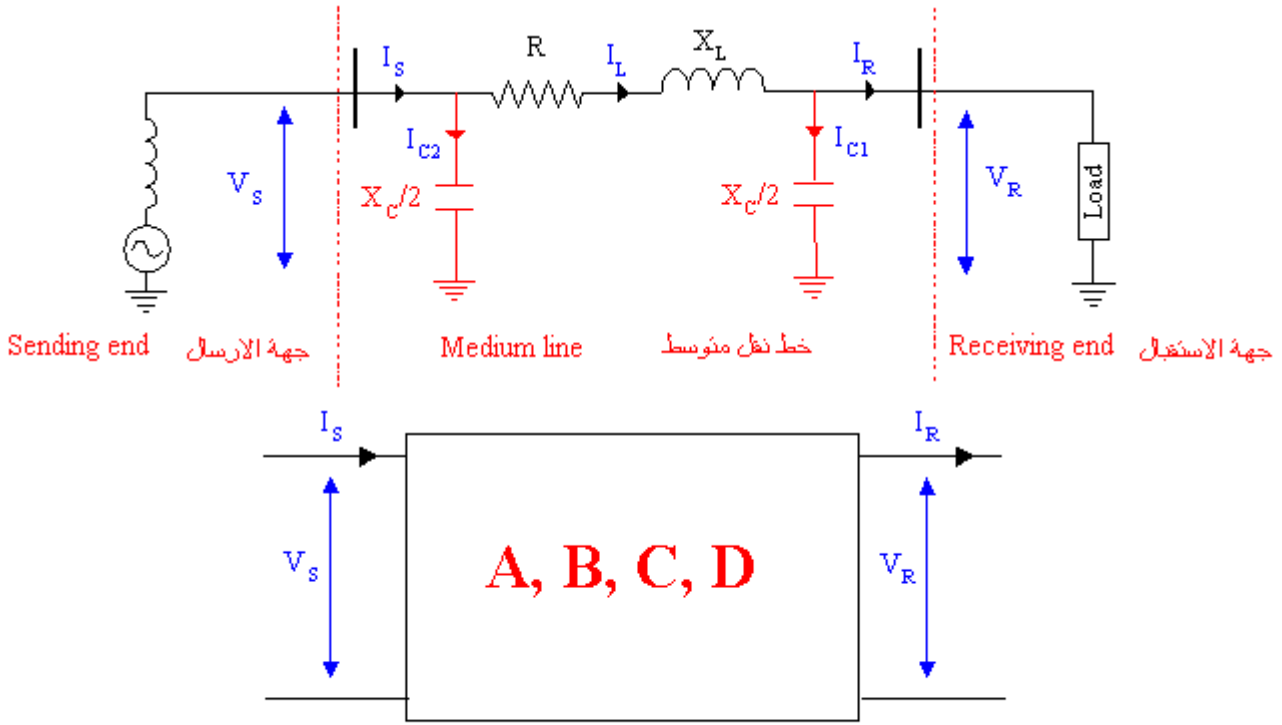
$$V_S = AV_R + BI_R$$

$$I_S = CV_R + DI_R$$

حيث A, B, C, D تعرف باسم الثوابت العامة لخط النقل. تتغير قيمة هذه الثوابت حسب طريقة التوصيلات المستخدمة في دراسة خط النقل.

يتم اختصار الخط الثلاثي الطور بخط أحادي الطور نظرا لتمثيل الأطوار الثلاث.





الشكل ١٣.١ : ثوابت خط نقل متوسط الطول بتوصيلة P

حيث إن:  $V_s$  هو جهد الطور عند الإرسال Sending end voltage per phase.

$V_R$  جهد الطور عند الاستقبال Receiving end voltage per phase.

$I_s$  التيار عند الإرسال Sending-end current.

$I_R$  التيار عند الاستقبال Receiving-end current.

$R$  مقاومة الخط لكل طور Line resistance per phase.

$X_L$  المفاعلة الحثية للخط لكل طور Inductive line reactance per phase.

$X_C$  المفاعلة السعوية للخط لكل طور (مفاعلة التوازي) Capacitive line reactance per phase.

$\Delta V$  هبوط الجهد على الخط لكل طور Line voltage drop per phase.

$$Y = \frac{1}{X_C}$$

$$Z_L = R + jX_L$$

$$V_s = \left(1 + \frac{Z_L Y}{2}\right) V_R + Z_L I_R$$

$$A = D = 1 + \frac{Z_L Y}{2}$$

$$B = Z_L = R + jX_L$$

$$C = Y \left( 1 + \frac{YZ_L}{2} \right)$$

$$V_S = AV_R + BI_R$$

$$I_S = CV_R + DI_R$$

### المعدات والأجهزة المستعملة:

- مصدر متغير للتيار المتردد (مولد كهربائي متزامن ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد ثلاثي الطور).
- دائرة مكافئة لخط متوسط (توصيلة  $\Pi$ ) تحتوي على مقاومة مادية في حدود  $R=20\Omega$  ومفاعلة حثية  $X_L=40\Omega$  ومفاعلتين سعويتين  $X_{c1}=X_{c2}=2k\Omega$ .
- جهازان لقياس الجهد Voltmeter 2.
- جهازان لقياس التيار Ammeter 2.

### تجربة خط النقل في حالة اللاحمل لحساب الثوابت A,C

تتمثل هذه الطريقة في تغذية الخط بالجهد الاسمي للشبكة وقياس الجهد عند الإرسال والجهد عند الاستقبال في حالة اللاحمل كما هو مبين في الشكل 13.2.

حيث يكون:

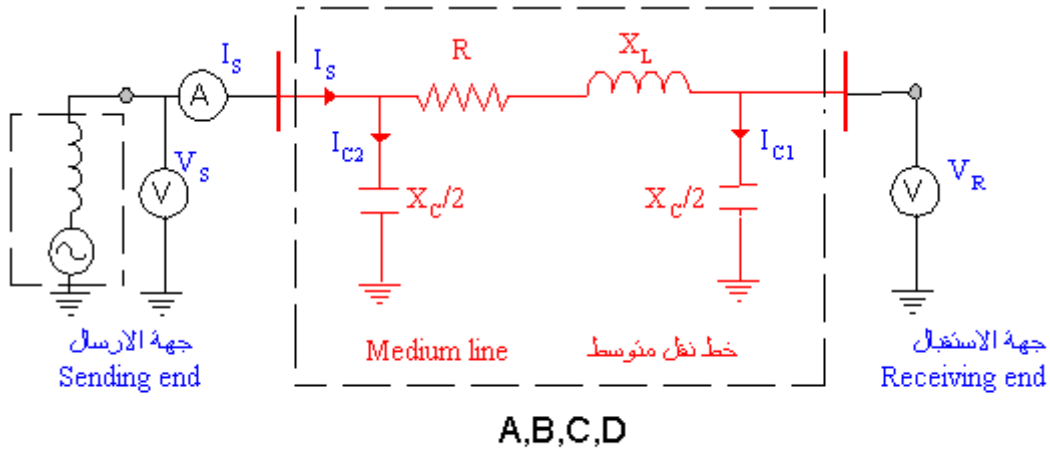
$$I_R = 0 \quad \text{تيار الحمل:}$$

$$V_S = AV_R \quad \text{الجهد عند الإرسال}$$

$$A = \frac{V_S}{V_R}$$

$$I_S = CV_R \quad \text{التيار عند الإرسال:}$$

$$C = \frac{I_S}{V_R}$$



الشكل 13.2: تجربة اللاحمل لخط نقل متوسط

بعد تشغيل الدائرة المبينة بالشكل 13.2 تسجل القيم الاسمية للجهد والتيار عند الإرسال والجهد عند الاستقبال في الجدول التالي لإيجاد ثوابت الخط A, C.

C	A	I <sub>S</sub> (A)	V <sub>S</sub> (V)	V <sub>R</sub> (V)

### تجربة خط النقل في حالة القصر لحساب الثوابت B, D :

تتمثل هذه الطريقة في قصر جهة الاستقبال لخط النقل و تغذيته تدريجيا بالجهد جهة الإرسال حتى يصل تيار الاستقبال للقيمة الاسمية. يقاس التيار والجهد عند الإرسال والتيار عند الاستقبال حيث يكون :

$$V_R = 0 \quad \text{جهد الاستقبال :}$$

$$V_S = BI_R \quad \text{الجهد عند الإرسال}$$

$$B = \frac{V_S}{I_R}$$

$$I_S = DI_R \quad \text{التيار عند الإرسال :}$$

$$D = \frac{I_S}{I_R}$$



## التجربة الرابعة عشرة: تحقيق ثوابت خط نقل متوسط (100 كم) باستخدام توصيلة T

### الأهداف:

يتمكن المتدرب من معرفة كيفية الحصول معمليا على ثوابت خط نقل متوسط باستخدام توصيلة T.

### ثوابت الدائرة المكافئة لخط نقل متوسط (توصيلة T) Generalized Circuit Constants of Transmission Line

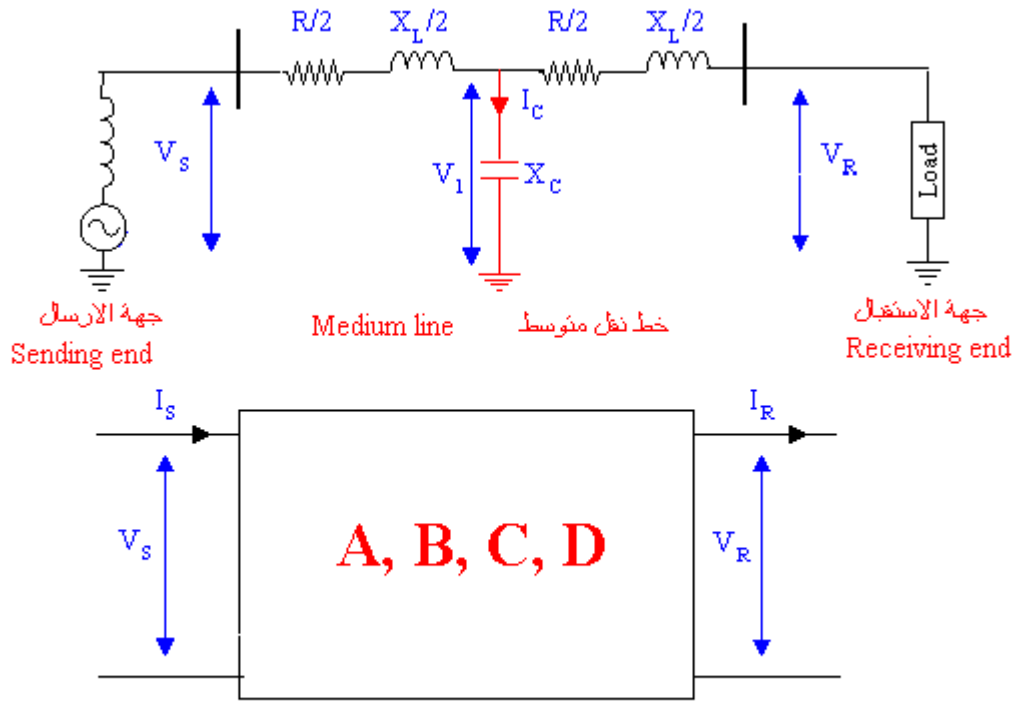
يمكننا اختصار الدائرة الكهربائية المكافئة لخط النقل بنظام ذو دخلان وهما الجهد والتيار عند الإرسال وخرجان وهما الجهد والتيار عند الاستقبال لكل طور كما هو مبين على الشكل 14.1 حيث تكون العلاقة بينهما كالتالي:

$$V_S = AV_R + BI_R$$

$$I_S = CV_R + DI_R$$

حيث A, B, C, D تعرف باسم الثوابت العامة لخط النقل. تتغير قيمة هذه الثوابت حسب طريقة التوصيلات المستخدمة في دراسة خط النقل.

يتم اختصار الخط الثلاثي الطور بخط أحادي الطور نظرا لتمثيل الأطوار الثلاثة.



الشكل ١٤.١ : ثوابت خط نقل متوسط توصيلة T

حيث:  $V_S$  جهد الطور عند الإرسال Sending end voltage per phase

$V_R$  جهد الطور عند الاستقبال Receiving end voltage per phase

$I_S$  التيار عند الإرسال Sending-end current

$I_R$  التيار عند الاستقبال Receiving-end current

$R$  مقاومة الخط لكل طور Line resistance per phase

$X_L$  المفاعلة الحثية للخط لكل طور Inductive line reactance per phase

$X_C$  المفاعلة السعوية للخط لكل طور (مفاعلة التوازي) Capacitive line reactance per phase

$$Y = \frac{1}{X_C}$$

$$Z_L = R + jX_L$$

$$V_S = \left(1 + \frac{Z_L Y}{2}\right) V_R + Z_L \left(1 + \frac{Z_L Y}{4}\right) I_R$$

$$I_S = Y V_R + \left(1 + \frac{Y Z_L}{2}\right) I_R$$

$$A = D = 1 + \frac{Z_L Y}{2}$$

$$B = Z_L \left( 1 + \frac{Z_L Y}{4} \right)$$

$$C = Y$$

$$V_S = AV_R + BI_R$$

$$I_S = CV_R + DI_R$$

### المعدات والأجهزة المستعملة:

- مصدر متغير للتيار المتردد (مولد كهربائي متزامن ثلاثي الطور أو مصدر للتيار المتردد ثلاثي الطور).
- دائرة مكافئة لخط متوسط (توصيلة T) تحتوي على مقاومتين ماديتين في حدود  $R_1=R_2=20\Omega$  ومفاعلتين حثيتين  $X_{L1}=X_{L2}=20\Omega$  ومفاعلة سعوية  $X_c=4k\Omega$ .
- أجهزة لقياس الجهد 2 Voltmeter
- أجهزة لقياس التيار 2 Ammeter

### تجربة خط النقل في حالة اللاحمل لحساب الثوابت A,C

تتمثل هذه الطريقة في تغذية الخط بالجهد الاسمي للشبكة وقياس الجهد عند الإرسال والجهد عند الاستقبال في حالة اللاحمل كما هو مبين على الشكل 14.2.

حيث يكون:

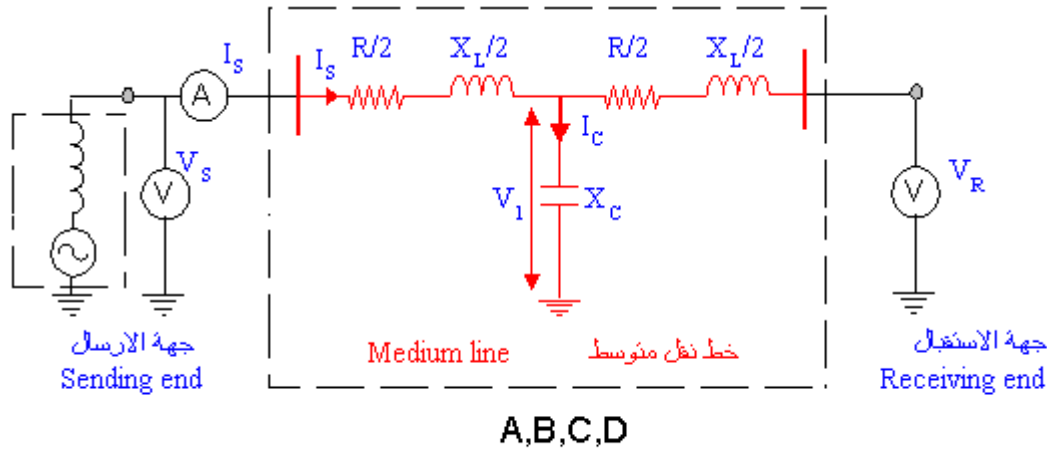
$$I_R = 0 \quad \text{تيار الحمل:}$$

$$V_S = AV_R \quad \text{الجهد عند الإرسال}$$

$$A = \frac{V_S}{V_R}$$

$$I_S = CV_R \quad \text{التيار عند الإرسال:}$$

$$C = \frac{I_S}{V_R}$$



الشكل 14.3 : تجربة حالة اللاحمل لخط نقل متوسط توصيلة T

بعد توصيل الدائرة المبينة بالشكل 14.2 تسجل القيم الاسمية للجهد والتيار عند الإرسال والجهد عند الاستقبال في الجدول التالي لإيجاد ثوابت الخط A , C.

C	A	I <sub>S</sub> (A)	V <sub>S</sub> (V)	V <sub>R</sub> (V)

### تجربة خط النقل في حالة القصر لحساب الثوابت : B,D

تتمثل هذه الطريقة في قصر جهة الاستقبال لخط النقل و تغذيته تدريجيا بالجهد جهة الإرسال حتى يصل تيار الاستقبال للقيمة الاسمية. يقاس التيار والجهد عند الإرسال والتيار عند الاستقبال حيث يكون :

$$V_R = 0 \quad \text{جهد الاستقبال :}$$

$$\text{الجهد عند الإرسال } V_S = BI_R$$

$$B = \frac{V_S}{I_R}$$

$$I_S = DI_R \quad \text{التيار عند الإرسال :}$$

$$D = \frac{I_S}{I_R}$$





## المحتويات

2	<b>الفصل الأول: الخلايا الشمسية</b>
3	<b>التجربة الأولى: تأثير شدة الإضاءة على الخلايا الشمسية</b>
3	الأهداف
3	المعدات والأجهزة المستعملة
3	التطبيق العملي
4	دراسة تأثير شدة الإضاءة على تيار الخلايا الشمسية
5	دراسة تأثير شدة الإضاءة على جهد الخلايا الشمسية
5	دراسة تأثير شدة الإضاءة على قدرة الخلايا الشمسية
6	<b>التجربة الثانية: توصيل الخلايا الشمسية</b>
6	الأهداف
6	المعدات والأجهزة المستعملة
6	التطبيق العملي
6	توصيل الخلايا على التوالي
8	توصيل الخلايا على التوازي
9	توصيل الخلايا على التوازي وعلى التوالي
12	<b>الفصل الثاني: تشغيل محطات التوليد الكهربية</b>
13	<b>التجربة الثالثة: تشغيل محطات التوليد الكهربية</b>
13	الأهداف
13	مكونات المحطة وكيفية تشغيلها
14	المعدات والأجهزة المستعملة
14	التطبيق العملي
15	أعداد الأجهزة اللازمة للتجربة
16	مزامنة المولد مع الشبكة
17	تأثير العزم وتيار المجال على أداء المولد
18	فصل المولد عن الشبكة

19	<b>الفصل الثالث: خطوط النقل الهوائية القصيرة</b>
20	<b>التجربة الرابعة: خط نقل هوائي قصير (60 كم) يغذي حمل مادي</b>
20	الأهداف
20	الدائرة المكافئة لخط النقل القصير وطريقة توصيلها
21	المعدات والأجهزة المستعملة
21	التطبيق العملي
22	أعداد الأجهزة اللازمة للتجربة
22	قياس الجهد عند الإرسال وعند الاستقبال مع تيار الخط
23	القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال
23	كفاءة خط النقل
23	معامل التنظيم لجهد الخط
24	القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل
	<b>التجربة الخامسة: خط نقل هوائي قصير (60 كم) يغذي حمل حثي</b>
25	الأهداف
25	الدائرة المكافئة لخط النقل القصير وطريقة توصيلها
26	المعدات والأجهزة المستعملة
26	التطبيق العملي
27	أعداد الأجهزة اللازمة للتجربة
27	قياس الجهد عند الإرسال وعند الاستقبال مع تيار الخط
27	القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال
27	كفاءة خط النقل
28	معامل التنظيم لجهد الخط
28	القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل
29	<b>التجربة السادسة: خط نقل هوائي قصير (60 كم) يغذي حمل سعوي</b>
29	الأهداف
29	الدائرة المكافئة لخط النقل القصير وطريقة توصيلها
30	المعدات والأجهزة المستعملة

30	التطبيق العملي .....
30	أعداد الأجهزة اللازمة للتجربة .....
31	قياس الجهد عند الإرسال وعند الاستقبال مع تيار الخط .....
31	القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال .....
31	كفاءة خط النقل .....
32	معامل التنظيم لجهد الخط .....
32	القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل .....
34	<b>الفصل الرابع: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة II)</b>
34	<b>التجربة السابعة: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة II) يغذي حمل مادي .....</b>
35	الأهداف .....
35	الدائرة المكافئة لخط النقل متوسط توصيلة II .....
36	المعدات والأجهزة المستعملة .....
37	التطبيق العملي .....
37	أعداد الأجهزة اللازمة للتجربة .....
38	قياس الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال .....
38	القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال .....
38	كفاءة خط النقل .....
39	معامل التنظيم لجهد الخط .....
39	القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل .....
39	<b>التجربة الثامنة: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة II) يغذي حمل حثي .....</b>
40	الأهداف .....
40	الدائرة المكافئة لخط النقل متوسط توصيلة II .....
41	المعدات والأجهزة المستعملة .....
41	التطبيق العملي .....
42	أعداد الأجهزة اللازمة للتجربة .....
42	قياس الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال .....

42	القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال .....
43	كفاءة خط النقل .....
43	معامل التنظيم لجهد الخط .....
43	القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل .....
	<b>التجربة التاسعة: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة II) يغذي حمل سعوي</b>
45	الأهداف .....
45	الدائرة المكافئة لخط النقل متوسط توصيلة II .....
46	المعدات والأجهزة المستعملة .....
46	التطبيق العملي .....
47	أعداد الأجهزة اللازمة للتجربة .....
47	قياس الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال .....
47	القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال .....
48	كفاءة خط النقل .....
48	معامل التنظيم لجهد الخط .....
48	القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل .....
51	<b>الفصل الخامس: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة T)</b>
	<b>التجربة العاشرة: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة T) يغذي حمل مادي</b>
52	الأهداف .....
52	الدائرة المكافئة لخط النقل متوسط توصيلة T .....
53	المعدات والأجهزة المستعملة .....
54	التطبيق العملي .....
54	أعداد الأجهزة اللازمة للتجربة .....
55	قياس الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال .....
55	القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال .....
55	كفاءة خط النقل .....
56	معامل التنظيم لجهد الخط .....

56	القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل .....
57	<b>التجربة الحادية عشر: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة T) يغذي حمل حثي</b> .....
57	الأهداف .....
57	الدائرة المكافئة لخط النقل متوسط توصيلة T .....
58	المعدات والأجهزة المستعملة .....
58	التطبيق العملي .....
59	أعداد الأجهزة اللازمة للتجربة .....
59	قياس الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال .....
59	القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال .....
60	كفاءة خط النقل .....
60	معامل التنظيم لجهد الخط .....
60	القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل .....
62	<b>التجربة الثانية عشر: خط نقل هوائي متوسط (100 كم - توصيلة T) يغذي حمل سعوي</b> .....
62	الأهداف .....
62	الدائرة المكافئة لخط النقل متوسط توصيلة T .....
63	المعدات والأجهزة المستعملة .....
63	التطبيق العملي .....
64	أعداد الأجهزة اللازمة للتجربة .....
64	قياس الجهد والتيار عند الإرسال وعند الاستقبال .....
64	القدرة الظاهرية والقدرة المفاعلة ومعامل القدرة عند الإرسال وعند الاستقبال .....
65	كفاءة خط النقل .....
65	معامل التنظيم لجهد الخط .....
65	القيم اللحظية للجهد عند الإرسال وعند الاستقبال وتيار الحمل .....
68	<b>الفصل السادس: ثوابت خطوط النقل الهوائية المتوسطة</b> <b>التجربة الثالثة عشر: تحقيق ثوابت خط نقل متوسط (100 كم) باستخدام توصيلة II</b> .....

69	
69	الأهداف .....
69	ثوابت الدائرة المكافئة لخط نقل متوسط (توصيلة II) .....
70	المعدات والأجهزة المستعملة .....
71	تجربة خط النقل في حالة اللاحمل لحساب الثوابت A,C .....
72	تجربة خط النقل في حالة القصر لحساب الثوابت B,D .....
	<b>التجربة الرابعة عشر: تحقيق ثوابت خط نقل متوسط (100 كم) باستخدام توصيلة T .....</b>
74	
74	الأهداف .....
74	ثوابت الدائرة المكافئة لخط نقل متوسط (توصيلة T) .....
75	المعدات والأجهزة المستعملة .....
76	تجربة خط النقل في حالة اللاحمل لحساب الثوابت A,C .....
77	تجربة خط النقل في حالة القصر لحساب الثوابت B,D .....

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم  
المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة  
GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS

**BAE SYSTEMS**