

***Electron*** S.R.L.

Design  
Production &  
Trading of  
Educational  
Equipment

## A29 – SIMULATEUR DE SYSTEME DE PUISSANCE ELECTRIQUE

*Production*

*Transmission*

*Distribution*



## A29 - UNITE DIDACTIQUE DE SIMULATION D'UN SYSTEME DE PUISSANCE ELECTRIQUE



Cette unité didactique simule un vrai système de génération, transmission et utilisation composé de machines électriques et instruments standard, et d'un simulateur de ligne de transmission

Le simulateur reproduit les conditions d'une ligne aérienne de 30kV, longue 30Km.

L'architecture de cette unité didactique permet le maximum de flexibilité en choisissant la configuration désirée à partir des produits conseillés (voir la table à la fin). En suite, si nécessaire, on peut en ajouter d'autres.

A suivre il y a une liste de titres des expériences typiques qu'on peut organiser avec cette unité (décrites dans le Mode d'emploi du Système) et qui ont le but de fournir une base; cette base peut être étendue par les professeurs et les étudiants qui désirent de projeter autres expériences pour couvrir des exigences didactiques additionnelles.

Dans un système de génération, transmission et utilisation de puissance on peut prévoir un très grand numéro de situations différentes, soit en conditions normales qu'anormales ou de panne. Tout ça constitue une anticipation de ce que les étudiants affronteront dans la vie réelle.

Pour tirer plein profit de ces expériences, l'étudiant devrait déjà connaître les expériences du laboratoire de machines électriques (voir notre **UNITE DIDACTIQUE DE MACHINES ELECTRIQUES, Modèle A4**) qui fournissent la base théorique nécessaire pour mieux comprendre les aspects pratiques.

### EXPERIENCES EN LIGNE

#### CHUTE DE TENSION LE LONG DE LA LIGNE

- Ligne monophasée
- Ligne triphasée

#### PERTE DE PUISSANCE

- Ligne monophasée
- Ligne triphasée:

- Système Symétrique et Equilibré
- Système Symétrique et Déséquilibré
- Ligne Triphasée quatre Fils

#### RENDEMENT DE LA LIGNE DE TRANSMISSION

- Ligne monophasée
- Ligne triphasée

#### AMELIORATION DU FACTEUR DE PUISSANCE

- Ligne monophasée
- Ligne triphasée

#### MESURES DE COURANT SUR LES PHASES

- Ligne triphasée avec une Phase ouverte
- Ligne triphasée, quatre Fils, avec Charge équilibrée
- Ligne triphasée, quatre Fils, avec une phase ouverte

## EXPERIENCES SUR LE SYSTEME

### GENERATION DE L'ENERGIE

- Contrôle de la tension et de la fréquence des alternateurs
- Synchronisation et fonctionnement en parallèle
- Fonctionnement à vide
- Fonctionnement avec charge mixte R-L-C
- Contrôle de la puissance active et réactive
- Charge déséquilibrée

### TRANSMISSION DE L'ENERGIE

- Caractéristiques R-L-C de la ligne de transmission
- Fonctionnement de la ligne à vide
- Fonctionnement de la ligne avec R-L-C et charge mixtes
- Charge déséquilibrée

PROTECTIONS AND CONTROLES (qui peuvent se trouver à l'entrée ou à la sortie de la ligne de transmission)

- Court-circuit entre les phases
- Défaut à la terre d'une phase
- Défaut de phase
- Sous/Surtension
- Sous/Surintensité

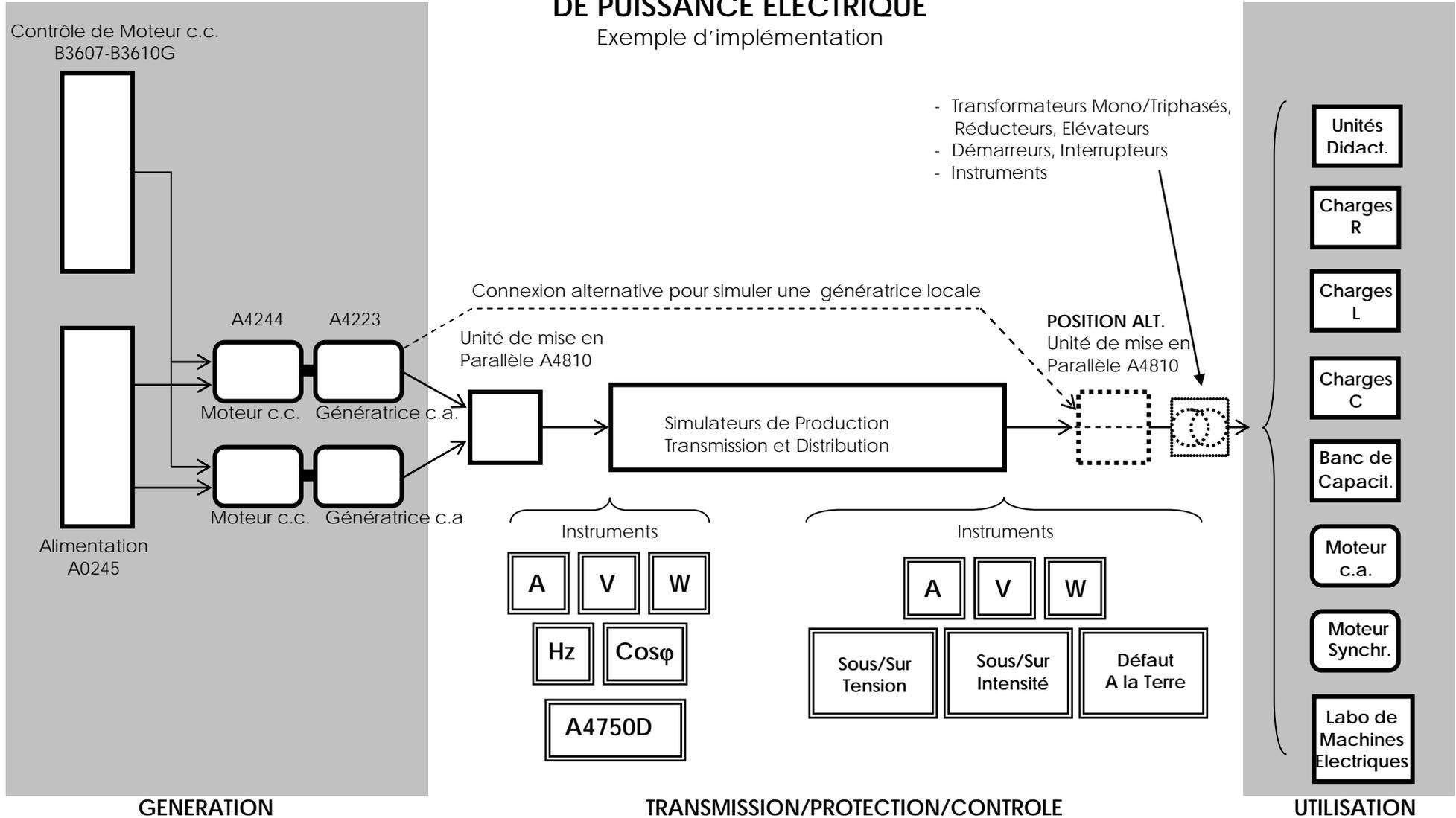
### UTILISATION DE L'ENERGIE

- Charges RLC
- Mesure de puissance
- Charges déséquilibrées
- Correction du facteur de puissance

**Note:** Le tableau dans les pages suivantes indique les produits et les quantités plus adaptées pour la mise en œuvre du système.

# SIMULATEUR DE SYSTEME DE PUISSANCE ELECTRIQUE

Exemple d'implémentation



# SIMULATEUR DE SYSTEME DE PUISSANCE ELECTRIQUE

## TABLE DE SELECTION DES COMPOSANTS

Description	Code	Essentiel/ Recomm.	Propos	Q.té
Alimentation Universelle	A0245	E/R	Délivre la puissance pour piloter les moteurs et la puissance d'excitation en c.c. pour les machines en c.c. et les génératrices de c.a.	1/2
Contrôle de moteur en c.c.	B3607	R	Fournit le contrôle de puissance et de vitesse pour piloter un moteur	1
Contrôle de moteur en c.c.	B3610G	R	Fournit le contrôle de puissance et de vitesse pour piloter un moteur	1
Machine en c.c. à excitation Shunt	A4244	E/R	Pilote d'une génératrice de c.a.	1/2
Machine en c.c. à excitation compound	A4240	E/R	Pilote d'une génératrice de c.a.	1/2
Machine Synchrone	A4223	E/R	Machine synchrone c.a. si utilisée comme génératrice, et Moteur si utilisée comme charge et correction du facteur de puissance	1/2
Unité de mise en Parallèle	A4810	E	Pour mettre en parallèle 2 génératrices de c.a. ou 1 générateur et une ligne de distribution	1
Simulateurs de Ligne	A29 IDLE3 A29 CE/PE A29 SLE/2	E R R	pour simuler la production, la transmission et la distribution	1
Charge Résistive	A4510	E	Pour charger le système avec des résistances	1
Charge Capacitive	A4520	E	Pour charger le système avec des condensateurs et pour la correction du facteur de puissance additionnelle à celle fournie par les condensateurs internes du Simulateur de Ligne	1
Charge Inductive	A4530	E	Pour charger le système avec des inductances	1
Transformateur Monophasé	A4110	R	Pour élever/réduire la tension à charges monophasées	1
Transformateur Triphasé	A4115	R	Pour élever/réduire la tension à charges triphasées	1
Autotransformateur Variable Triphasé	A4121	R	Pour élever/réduire la tension avec continuité	1
Moteur triphasé à cage	A4220	E	Fournit une charge inductive et la puissance de pilotage pour expériences diverses	1
Moteur triphasé à bague	A4222	E	Fournit une charge inductive et la puissance de pilotage pour expériences diverses	1
Moteur Monophasé	A4232	E	Fournit une charge inductive et la puissance de pilotage pour expériences diverses	1
Commutateur triphasé	A21-M021	E	Pour connecter la puissance aux charges	3
Démarrateur ETOILE/ TRIANGLE	A4820	E	Pour le démarrage des moteurs triphasés	1
Analyseur numérique de la puissance électrique	A4750D	E	Pour surveiller en permanence tous les paramètres de fonctionnement de la ligne	2/4
Ampèremètre	SL 150 RS 3362	E	Pour mesurer courant sur les trois phases des génératrices et des charges	6

Milliampèremètre	SL 150 RS 3350	E	Pour mesurer les petits courants de dispersion	1
Voltmètre	SL 150 RS 3431	E	Pour mesurer la tension sur les génératrices et les charges	1
Voltmètre	SL 150 RS 3435	E	Pour mesurer la tension sur les génératrices et les charges	1
Wattmètre	SL 150 RS 2826	E	Pour mesurer la puissance sur les génératrices et les charges	3
Fréquencemètre	A4750 AF	R	Pour mesurer la fréquence de la puissance en c.a. générée	1
Mesureur du Facteur de Puissance	A4750 AC	R	Pour mesurer le facteur de puissance en différentes conditions de charge	1
Indicateur de Séquence des Phases	SFT 3546	R	Pour indiquer la séquence des 3 phases	1
Switch	ST/1	R	Commutateur pour fermer/ouvrir un circuit à l'instant	1
Inverseur	CI/2B	R	Pour reverser les polarités	1
Contrôleur de Puissance Réactive	A2680	E	Pour corriger automatiquement le facteur de puissance	1
Banc de Condensateurs	A2685	E	Pour corriger le facteur de puissance de la ligne	1
Relais Analogique de Sous/Surintensité	A2651	E	Révèle les surcharges simulés – monophasé	3
Relais Analogique de Sous/Surtension	A2652	E	Révèle les situations de Sous/Surtension – monophasé	3
Relais Analogique de Défaut à la Terre	A2653	E	Révèle les Défauts à la Terre simulés – monophasé	3
Relais Numérique de Sous/Surintensité	A2661	R	Révèle les surcharges simulés – triphasé	1
Relais Numérique de Sous/Surtension	A2662	R	Révèle les situations de Sous/Surtension – triphasé	1
Relais Numérique de Défaut à la Terre	A2663	R	Révèle les Défauts à la Terre simulés – triphasé	1
Relais Programmable de Surintensité	A2671	R	Révèle les surcharges simulés – triphasé	1
Relais Programmable de Surtension	A2672	R	Révèle les situations de Sous/Surtension – triphasé	1
Relais Programmable Directionnel de Surintensité/ Défaut à la terre	A2673	R	Révèle les surcharges et les Défauts à la Terre directionnels simulés – triphasé	1
Jeu de câbles	A4890	R	Câbles de sécurité pour connecter les composants	1
Support pour câbles	A4890S	R	Support pour garder les câbles en ordre	1
Socle à glissière	A4840	E	Base for le couplage coaxial de 2 machines	2

## NOTES

- Code: Code du modèle - Pour les gammes de puissance consulter le Catalogue ELECTRON; la puissance des machines, accessoires et charges doit être compatible
- E/R: Composant Essentiel/Recommandé. Les composants essentiels sont nécessaires pour réaliser les expériences de base. Les composants recommandés sont additionnels dans le propos d'un niveau didactique plus élevé
- Q.ty: Quantité Essentielle/Recommandée pour un efficace et complet système didactique.



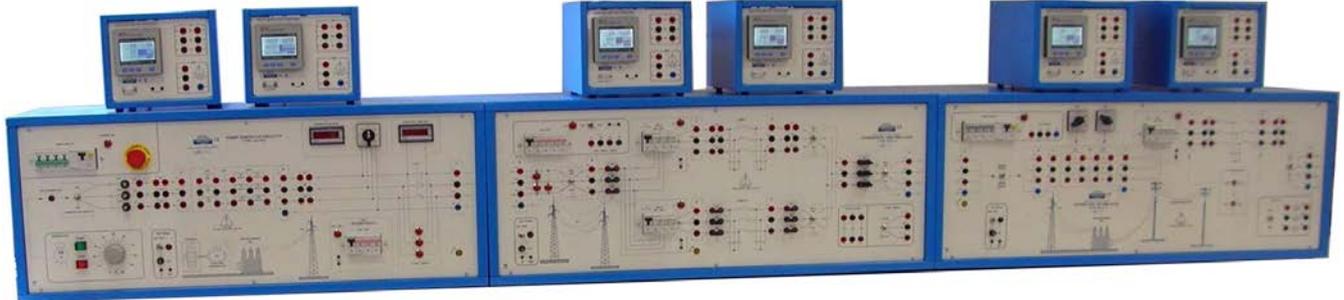


## A29 EEP • SIMULATEUR DE PROCÉDE DE GENERATION, TRANSMISSION ET DISTRIBUTION D'ENERGIE ELECTRIQUE

### PRODUCTION

### TRANSMISSION

### DISTRIBUTION



Le système se compose de trois unités indépendantes qui sont conçues pour travailler autonomement ou connectées en série comme montré dans l'image:

1. **A29 CE-PE**, simule la production d'énergie électrique
2. **A29 SLE/2**, simule la transmission d'énergie électrique
3. **A29 IDLE/3**, simule la distribution d'énergie électrique

Les trois unités réalisent en effet un complet procédé d'énergie électrique dont les paramètres de fonctionnement peuvent être lus et traduits sur tableaux et graphiques pour étudier et comprendre tous les aspects des trois étapes du procédé énergétique.

Chaque simulateur, quand utilisé autonomement, a besoin de 2 Analyseurs de puissance A4750D, l'un à connecter à l'entrée et l'autre à la sortie.

Quand les simulateurs sont utilisés ensemble, en série, on peut utiliser 2 instruments (un à l'entrée du simulateur de production et un à la sortie du simulateur de distribution) ou 6 instruments quand il faut contrôler l'entrée et la sortie de tous les simulateurs.

Toutes les unités sont équipées de douilles de sécurité de 4mm

Voir les pages suivantes pour les descriptions détaillées.

### Codes de commande

#### **A29EEP**

Énergie Simulateur de procédé Système (spécifier les types de simulateurs nécessaire)

#### **A4750D**

Analyseur de puissance de Procédé Énergétique

En alternative:

#### **A29 APR-FR**

Analyseur de puissance de Procédé Énergétique



## A29 CE-PE • SIMULATOR DE PRODUCTION



### Dimensions:

1,000 x 400 x 350 mm

### Poids:

40 Kg environ

L'unité simule une centrale électrique à tous les égards sans machines tournantes.

### Caractéristiques

- Un transformateur variable
- Boutons Marche/Arrêt
- Protections typique d'une Centrale électrique
- Un transformateur élévateur qui peut être connecté en ETOILE ou TRIANGLE

- Dispositifs de mise en parallèle à la ligne
- Voltmètre numérique sur le côté Centrale électrique
- Voltmètre numérique de Zéro sur le côté ligne
- Trois lampes de synchronisation
- Disjoncteur de mise en parallèle
- Commutateur de mise en parallèle
- Simulateur de ligne
- Transformateur d'isolement
- Résistance et Inductance de Ligne

### Exemples d'expériences

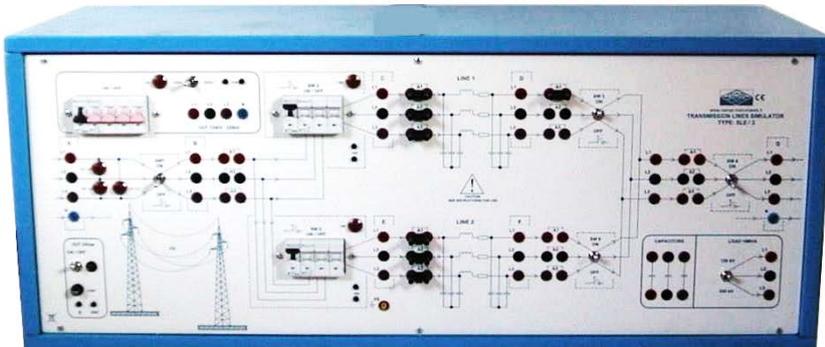
- Simulation des configurations du transformateur Yy0, Yy6, Dy5, Dy11
- Calibrage des dispositifs de protection et de mesure; 2 unités A2960 sont nécessaires en ce cas.

Un Manuel d'Instructions décrit:

- Fonctionnement en parallèle avec la ligne principale
- Calibrage des protections
- Connexions au Simulateur de Transmission



## A29 SLE/2 • SIMULATEUR DE TRANSMISSION



### Dimensions:

1,000 x 400 x 350 mm

### Poids:

45 Kg environ

Cette unité simule deux lignes de transmission aériennes triphasées, la ligne 1 à 120kV ou la ligne 2 à 220kV, longueur 70Km, dont le caractéristiques peuvent être étudiées en détail en changeant les paramètres de fonctionnement.

### Caractéristiques

- Charge interne
- Condensateurs pour la correction du facteur de puissance
- Protections
- Alimentation intégrée
- Hubs pour connecter les simulateurs de génération/distribution et les charges externes.

### Lignes

- Modèle  $\pi$  avec paramètres concentrés (résistance, inductance et capacité de la ligne)
- Ligne 1: puissance transmise simulée 16 MVA
- Ligne 2: puissance transmise simulée 20 MVA

### Exemples d'expériences

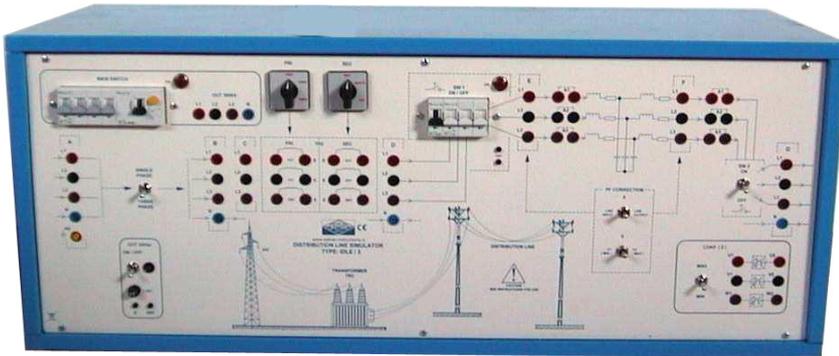
- Etude de lignes non chargées et ouvertes
- Lignes chargées à différentes tensions
- Pertes en ligne et rendement
- Lignes en court-circuit
- Lignes en parallèle
- Mise en phase
- Amélioration du facteur de puissance
- Avantages du transport d'énergie à haute tension
- Augmentation de la tension à cause de la charge capacitive
- Protection pour courant maximum, inversion de puissance et énergie

Un Manuel d'Instructions décrit le fonctionnement de:

- Ligne non chargée
- Ligne chargée à 120 kV
- Ligne chargée à 120 kV avec mise en phase
- Ligne à 220kV sans mise en phase
- Ligne à 220 kV avec mise en phase
- Lignes en parallèle
- Surtension causée par charge capacitive
- Protections
- Connexion au Simulateur de Distribution



## A29 IDLE/3 • SIMULATEUR DE DISTRIBUTION



Cette unité simule une sous-station électrique et une ligne de distribution moyenne tension.

### Caractéristiques

- Protections de la ligne
- Eclateurs pour limiter les Surtensions
- Transformateur réducteur de Haute tension à Moyenne tension
- Condensateurs pour la correction du facteur de puissance
- Charge interne
- Connecteurs pour charge externe
- Alimentation intégrée
- Protections

### Ligne

- 30 -  $30\sqrt{3}$  - 10 kV, longueur 30Km
- Modèle **T** avec paramètres concentrés (résistance de phase, inductance et capacité vers la terre)

**Dimensions:** 1,000 x 400 x 350 mm

**Poids:** 40 Kg environ

### Exemples d'expériences

- Etude de lignes non chargées
- Lignes chargées à différentes tensions
- Pertes et rendement de la ligne
- Chute de tension en fonction de la charge
- Pertes en ligne en fonction de la charge
- Systèmes triphasés équilibré et déséquilibrés
- Lignes en court-circuit
- Mise en phase
- Amélioration du facteur de puissance
- Avantages du transport d'énergie à haute tension
- Augmentation de la tension à cause d'une charge capacitive

Un Manuel d'instructions décrit le fonctionnement de:

- Ligne triphasée non chargée
- Ligne triphasée chargée
- Ligne triphasée chargée  $V / \sqrt{3}$
- Protection de défaut à la terre d'une ligne triphasée avec Neutre isolé