

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

Design  
Production &  
Trading of  
Educational  
Equipment

## A29 – SIMULATEUR DE SYSTEME DE PUISSANCE ELECTRIQUE



## 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 (Modèle ELECTRON A29 IDLE2). 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 que 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'étudiants 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.

### GENERATION DE PUISSANCE

- Contrôle et régulation de tension et fréquence
- Synchronisation et opération en parallèle des alternateurs
- Contrôles de puissance active et réactive
- Opération de ligne non chargée
- Opération avec charges R-L-C et mixtes
- Charge non balancée

### TRANSMISSION DE PUISSANCE

- Caractéristiques R-L-C d'une ligne
- Opération de ligne non chargée
- Opération de ligne avec charges R-L-C et mixtes
- Charge non balancée
- Correction du facteur de puissance
- Rendement d'une ligne de transmission

PROTECTIONS ET CONTROLES (on peut les mettre à l'entrée et/ou sortie de la ligne de transmission)

- Court-circuit entre les phases
- de terre d'une phase
- Défaut d'une phase
- Sous-tension ou surtension
- Surintensité

UTILISATION DE LA PUISSANCE

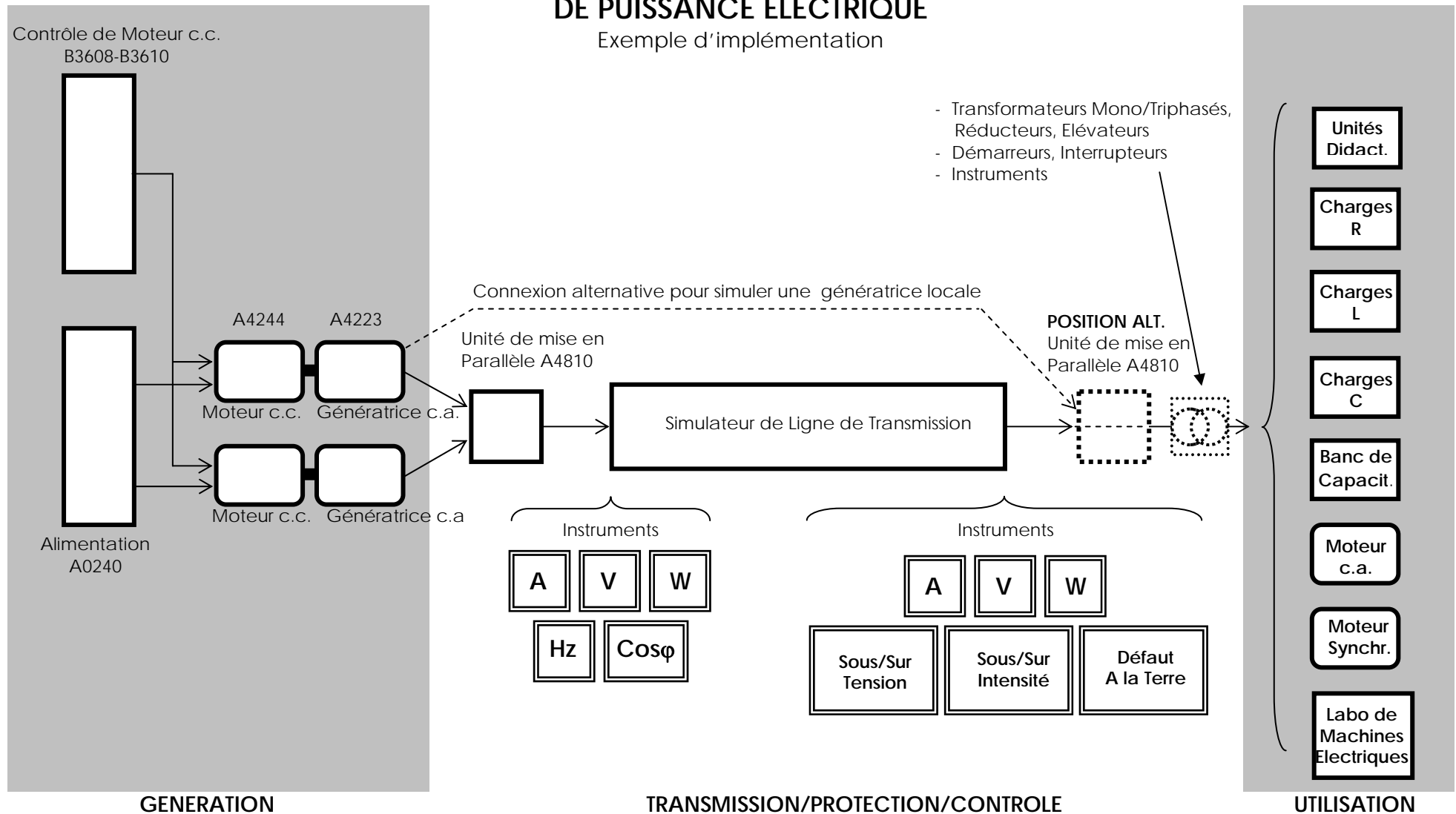
- Mesure de puissance
- Charges R-L-C
- Correction du facteur de puissance
- Charges non balancées

**Note:** La table dans les pages suivantes conseille les produits plus convenables et les quantités pour implémenter le Système.

**Information pour la commande:** On fournira des prix selon les configurations demandées.

# 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	A0240	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.	B3608	R	Fournit le contrôle de puissance et de vitesse pour piloter un moteur	1
Contrôle de moteur en c.c.	B3610	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 Série	A4242	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
Simulateur de Ligne	A29 IDLE2	E	Pour simuler la ligne de transmission	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
Démarrreur ETOILE/ TRIANGLE	A4820	E	Pour le démarrage des moteurs triphasés	1
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	E	Pour mesurer la fréquence de la puissance en c.a. générée	1
Mesureur du Facteur de Puissance	A4750 c.a.	E	Pour mesurer le facteur de puissance en différentes conditions de charge	1
Analyseur Numérique de Puissance Triphasée	A4750D	E	Pour contrôler continuellement tous les paramètres d'une ligne	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	1
Relais Analogique de Sous/Surtension	A2652	E	Révèle les situations de Sous/Surtension – monophasé	1
Relais Analogique de Défaut à la Terre	A2653	E	Révèle les Défauts à la Terre simulés – monophasé	1
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

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 A29 APR-FR, un desquels connecté à l'entrée et un 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 - Système de Simulation de Procédé Energétique (spécifier les types de simulateurs nécessaires)

A29APR-FR - Analyseur de Puissance du Procédé Energétique

Un kit optionnel, à coter séparément, est disponible pour mesurer les champs électriques et magnétiques du milieu.

### *Production*

### *Transmission*

### *Distribution*



## SIMULATEUR DE PRODUCTION – A29 CE-PE

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

### Caractéristiques

- Un transformateur variable
- Boutons Marche/Arrêt
- Protections d'une typique 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

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

**Poids:** 40 Kg environ.

### 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



## SIMULATEUR DE TRANSMISSION – A29 SLE/2

Cette unité simule deux lignes de transmission aériennes triphasées, la ligne 1 à 120kV ou la ligne 2 à 220kV, longueur 70Km, dont les 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

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

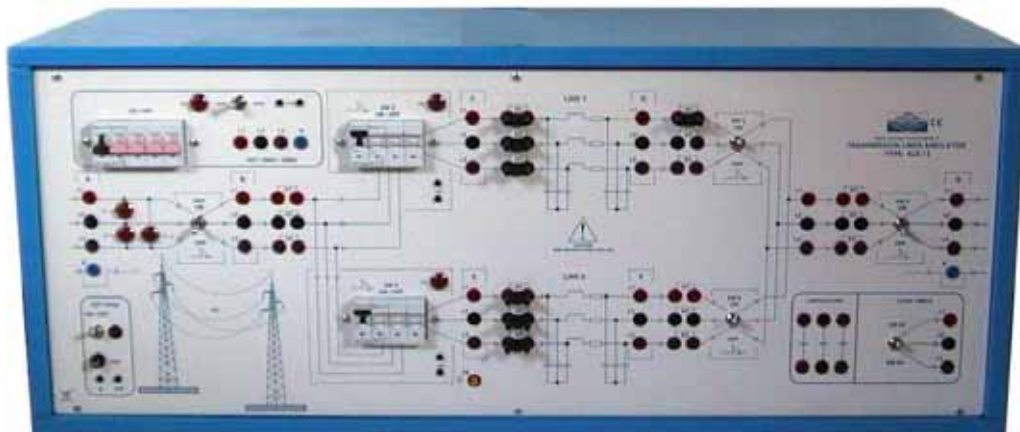
**Poids:** 45 Kg environ.

### 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



## SIMULATEUR DE DISTRIBUTION – A29 IDLE/3

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, inductance et capacité vers la terre de chaque phase)

**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 équilibrés 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



## ANALYSEUR DE PUISSANCE POUR PROCÉDE ENERGETIQUE – A29 APR-FR

Les paramètres fonctionnels d'un Système Energétique peuvent être lus par cet instrument multifonction contrôlé par microprocesseur.

### Caractéristiques

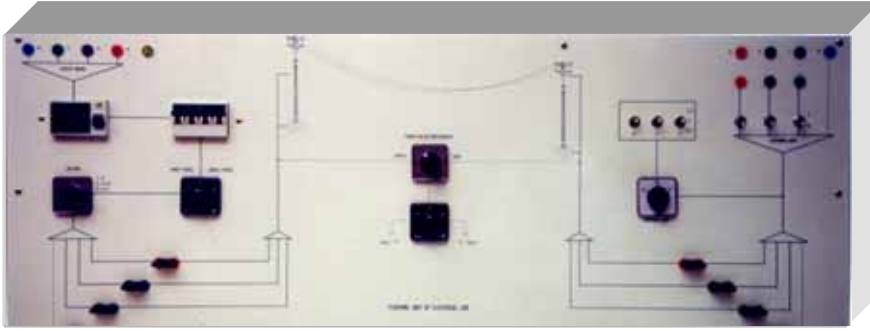
- Afficheur graphique rétroéclairé avec 4 lectures simultanées
- Changement de gamme automatique
- Balayage manuel ou automatique :
  - Puissance active W
  - Puissance active moyenne
  - Puissance apparente VA
  - Puissance apparente moyenne
  - Facteur de puissance  $\cos\phi$
  - Facteur de puissance  $\cos\phi$  moyen
  - Tension V
  - Courant I
  - Courant Moyen
  - Energie KWh, KVARh
  - Fréquence Hz
- Douilles de sécurité 4 mm

### Gammes

- 400V max.
- 5A max; pour valeurs plus hautes utiliser des transformateurs de courant



## A29 IDLE2 - SIMULATEUR DE LIGNE DE TRANSMISSION ELECTRIQUE



Cette unité didactique simule une ligne de transmission triphasée à 30 kV, longue 30Km. Les conditions opératives sont simulées par des charges internes résistives/ inductives qu'on peut brancher ON/OFF, pleine ou demi valeur et ÉTOILE/TRIANGLE par des commutateurs monophasés.

L'unité comprend aussi des condensateurs de 10 et 20  $\mu\text{F}$  qu'on peut brancher ON/OFF, ÉTOILE/TRIANGLE, in parallèle avec les lignes d'entrée ou sortie pour la correction du facteur de puissance par des commutateurs.

On peut connecter des charges externes aux bornes de sortie contrôlées par commutateurs.

Des bornes aux deux extrémités permettent la connexion d'instruments pour mesurer contrôler la ligne.

Un commutateur d'entrée à 3 positions permet d'avoir différentes tensions à l'entrée de la ligne (tension secteur, secteur/ $\sqrt{3}$ , secteur/3).

Complet de manuel avec exercices.

On peut étudier une grande variété de sujets; les plus communs sont:

- systèmes triphasés balancés et non balancés
- chute dans la ligne drop en fonction de la charge
- pertes dans la ligne drop en fonction de la charge
- correction du facteur de puissance
- systèmes de protection et monitoring

Caractéristiques techniques:

- résistance de phase 6+6 Ohm environ.
- inductance de phase 2.5+2.5 mH environ.
- capacité vers terre 0.047 $\mu\text{F}$
- tension d'entrée max.380 V
- courant de ligne max.3 A
- puissance émise max. 3x600VA