

Les cahiers de l'instrumentation

Le journal d'informations pour l'enseignement
de Chauvin Arnoux et Metrix

n°3

Reportage au lycée
Martin Luther King

La pollution des réseaux

Les outils multimédia

La mesure d'une tension à l'aide d'un multimètre

Avertissement ce
programme est optimisé
pour une résolution
d'écran de 1024 x 768

Changez la
résolution en
1024 x 768



Esà ETEB, Bertrand CHARBÉ
Académie de Poitiers

Version 1.0

Le Club du Mesurage

Novembre 2002



Alain Kohler
Rédacteur en chef

Créée il y a seulement 2 ans, votre publication "LES CAHIERS DE L'INSTRUMENTATION" rencontre un franc succès. Plus de 1000 adhérents, un échange de courriers électroniques ou traditionnels avec des propositions de TP de qualité, des questions, des encouragements, mais aussi, des adhérents impatients de lire les numéros suivants.

Cette année encore, notre charge commune de travail, n'a permis la parution que d'un seul numéro de la revue. Le problème a longuement été évoqué lors de la dernière réunion des membres du Bureau du Club. Tout sera donc mis en œuvre pour intensifier le rythme de parution des "cahiers" d'une part, et améliorer l'interactivité du Club, d'autre part.

Il est temps de passer à la vitesse supérieure ! Voici donc ce qu'il a été décidé de réaliser sur le site Web dédié à l'enseignement.

Adresse : www.leclubdumesurage.com

Rubriques générales en libre accès pour l'enseignement :

- Inscription au Club donnant lieu à l'abonnement gratuit à la revue,
- Proposition d'articles,
- Téléchargement des numéros de la publication.

Rubriques réservées aux Membres du club :

- Statuts du Club,
- Téléchargement des TP parus dans la revue, dans leur intégralité, d'autres TP non édités, des archives, d'articles techniques pertinents,
- Demande de CD-ROM, de posters
- Téléchargement des fichiers de formation, de fiches techniques et de glossaires,
- Liens directs vers des produits (documentation, photos, ...),
- Forum d'échanges d'idées, de réflexions, de questions et réponses techniques,
- News en temps réel : normatives, technologiques, ...

Nous pensons ainsi créer une dynamique nouvelle, nécessaire dans ce contexte école/entreprise où la technologie évolue rapidement, imposant ainsi un besoin d'informations permanent.

L'ensemble de l'équipe de rédaction vous adresse ses remerciements pour votre fidélité, votre participation active et vos encouragements.

P.S. : vous pouvez d'ores et déjà retrouver sur leclubdumesurage.com, l'article de Samuel Viollin sur les tables de cuisson grand public, dans lequel quelques erreurs s'étaient glissées lors de sa retranscription dans les cahiers n°2...

1 Université – Entreprise : une vision commune de l'excellence

Le cursus de la première promotion du DESS Instrumentation physique, chimique et bio-médicale de Paris XII, baptisée promotion Daniel Arnoux, est une excellente illustration du décloisonnement entre l'université et l'entreprise.

2 La NF/EN 18.310 en question

3 Les évolutions technologiques du mesurage



Repenser complètement une famille d'instruments de laboratoire en se remémorant que les produits doivent correspondre à des besoins techniques mais aussi de confort d'utilisation : les MTX Compact sont nés.

4 Pollution des réseaux : compensation d'énergie réactive

Mettre en évidence les effets consécutifs au fonctionnement d'une installation consommant de l'énergie réactive. Trouver une solution matérielle pour atténuer ces effets et enfin, cibler l'incidence économique. (Nicolas Gessen)

10 Les outils multimédia au service de la formation en électrotechnique

Sans jamais remplacer l'expérimentation pratique, les outils multimédia, notamment l'outil logiciel, permettent d'appréhender un phénomène physique tout en offrant une large possibilité de paramétrage. (Bertrand Charlier)

12 Reportage au Lycée Martin Luther King : Exploitation pédagogique des systèmes de levage

Notre visite au lycée Martin Luther King de Bussy Saint Georges, en région parisienne, a été pour nous l'occasion de tester un nouvel analyseur d'énergie, dans le cadre d'un TP "classique".



Les cahiers de l'instrumentation, renseignements pratiques

Si vous désirez recevoir les prochains numéros et que vous ne l'avez pas encore fait, renvoyez rapidement le bulletin d'adhésion au Club encarté au centre de la publication. Prenez contact avec nous si vous désirez réagir par rapport aux articles publiés, proposer des sujets ou même des articles. Bonne lecture à tous.

NDLR

www.leclubdumesurage.com

Université-Entreprise une vision commune de l'excellence

Le 5 juillet 2002, M. Daniel Arnoux (à gauche sur la photo), président du Groupe Chauvin-Arnoux, a remis leur diplôme aux dix étudiants de la première promotion du Diplôme d'Études Scientifiques Spécialisées en Instrumentation physique, chimique et biomédicale, à l'Université Paris XII – Val de Marne.



Le parrain et le directeur du DESS en Instrumentation physique, chimique et biomédicale applaudissent chaleureusement les diplômés de la première promotion.

Ouverte en septembre 2001, cette formation, dirigée par le Pr. Christian Vauge, (à droite sur la photo) vise à répondre aux besoins des entreprises dans tous les domaines de l'instrumentation et du mesurage. Son enseignement, très diversifié, privilégie le lien Université-Entreprise, en donnant une priorité au stage externe de qualification et en faisant un large appel à des enseignants spécialisés des milieux professionnels.

Ce D.E.S.S. prépare aux professions mettant en oeuvre des instruments et des techniques de mesurage dans tous les domaines. De plus, il dispense une formation spéciale permettant aux étudiants tentés par la création de leur propre entreprise, d'aborder avec les meilleures chances de succès la mise en oeuvre de leur projet. Les principaux secteurs industriels visés par le D.E.S.S. sont les transports, l'agroalimentaire, le matériel hospitalier, vétérinaire et paramédical.

Retrouvez toutes les informations concernant cette formation sur le : www.univ-paris12.fr

Les membres du bureau

Le bureau a pour mission d'assurer le bon fonctionnement du club. Il est composé de neuf membres.



Jean-Louis Gauchenot :

Président du "Club du Mesurage"
Directeur du Pôle Test & Mesure
de Chauvin Arnoux
jeanlouis.gauchenot@chauvin-arnoux.com

Jean-Paul Chassaing :

Président d'honneur du "Club du Mesurage"
Inspecteur Général de l'Éducation Nationale
Sciences et Techniques Industrielles

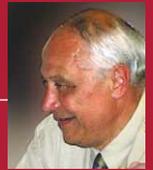


Roger Bordage :

Inspecteur d'Académie
Inspecteur de l'Éducation Nationale
Enseignement Techniques
Sciences et Techniques Industrielles

Christian Cagnard :

Inspecteur d'Académie
Inspecteur Pédagogique Régional
Sciences et Techniques Industrielles



Jean-Claude Mauclerc :

Inspecteur d'Académie
Inspecteur Pédagogique Régional
Sciences et Techniques Industrielles

Michel Uffredi :

Inspecteur d'Académie
Inspecteur de l'Éducation Nationale
Enseignement Techniques
Sciences et Techniques Industrielles



Jean-Louis Gauchenot (Directeur de la Publication), Luc Dezarnaulds, Alain Kohler, Jean Wauters sont membres du Bureau et du Comité de Rédaction

Les membres du comité de rédaction

Le comité de rédaction a pour mission de vérifier que le journal respecte sa ligne éditoriale. Il est composé de six membres.

Étienne Chouquet :

Inspecteur d'Académie
Inspecteur Pédagogique Régional
Sciences et Techniques Industrielles



Luc Dezarnaulds :

Directeur Commercial du Pôle
Test & Mesure de Chauvin Arnoux
luc.dezarnaulds@chauvin-arnoux.com

Didier Villette :

Inspecteur d'Académie
Inspecteur de l'Éducation Nationale
Enseignement Techniques
Sciences et Techniques Industrielles



Jean Wauters :

Directeur des marchés de Chauvin Arnoux
jean.wauters@chauvin-arnoux.com

Alain Kohler :

Rédacteur en Chef
Chef de Marché Enseignement
de Chauvin Arnoux
alain.kohler@chauvin-arnoux.com

Sécurité électrique

Evolution des normes et nouvelles normes internationales

- La nouvelle norme Européenne EN 50110, sur "l'exploitation des installations électriques", se réfère aux décrets du 14 novembre 1988 et du 16 février 1982 ainsi qu'à la Directive UTE C 18-510.
- Le Comité de normalisation a supprimé la NF C 18310, c'est la EN 61243-3 qui fait maintenant référence en attendant les décrets d'applications en cours de rédaction.
- Le V.A.T (Vérificateur d'Absence de Tension) change de caractéristiques et de nom. Il convient maintenant de le nommer D.D.T (Détecteur De Tension).
- D'autre part, la nouvelle norme Internationale et Européenne IEC/EN 61557 exige des caractéristiques plus sévères et un niveau de performances élevé pour les appareils de test d'installations électriques.
- Voici les principales normes à appliquer selon le test à effectuer :

- **PRESCRIPTION GÉNÉRALE** IEC/EN 61557-1
- **RÉSISTANCE D'ISOLEMENT** IEC/EN 61557-2
- **IMPÉDANCE DE BOUCLE** IEC/EN 61557-3
- **CONTINUITÉ (Masses, PE,...)** IEC/EN 61557-4
- **RÉSISTANCE DE TERRE** IEC/EN 61557-5
- **ESSAI DE RCD (Différentiel)** IEC/EN 61557-6
- **ORDRE DE PHASE** IEC/EN 61557-7
- **CONTRÔLEUR D'ISOLEMENT RÉSEAU IT** IEC/EN 61557-8
- **DISPOSITIF DE LOCATION DE DÉFAUT D'ISOLEMENT RÉSEAU IT** IEC/EN 61557-9
- **APPAREIL COMBINÉ DE CONTRÔLE, DE MESURE OU DE SURVEILLANCE DE PROTECTION** IEC/EN 61557-10

- Bien entendu, les normes IEC/EN 61010-1, 61010-2-031 et 61010-2-032 qui définissent les normes de sécurité électrique respectivement, pour les appareillages électriques, les accessoires de test passifs (cordons, sonde oscillo passive,...) et les accessoires actifs (pince ampèremétrique,...), sont toujours applicables et complémentaires.

Consignation

Rappel des règles de base

L'exécution de travaux "hors tension", sur machines, armoires ou moteurs, implique le respect des conditions suivantes :

- Obligation de s'équiper des A.P.I (casque, lunettes, gants et sur-gants,...),
- Nécessité d'arrêter l'alimentation des matériels et des équipements desservis par l'installation ou la partie d'installation concernée,
- Séparation de l'installation ou de la partie d'installation concernée de toute source d'énergie (réseau de distribution, groupes électrogènes, batteries d'accumulateurs...),
- Condamnation (cadenassable) en position d'ouverture de tout dispositif de coupure assurant la séparation des sources d'énergie,
- **Détection De Tension (D.D.T) par un dispositif normalisé sûr et fiable,**
 - ➔ La détection de tension doit être effectuée à l'aide d'un appareil normalisé prévu à cet effet (Ex. : D.D.T **C.A 700**, **C.A 701** & **C.A 711**), à l'exclusion de tout autre multimètre ou testeur.
- Mise en court-circuit et à la terre des ouvrages.



Outils didactiques

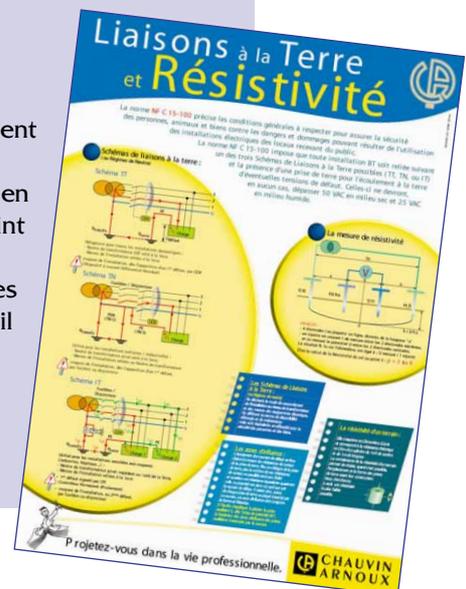
Deux nouveaux posters "Sécurité électrique"

Ces deux nouveaux posters didactiques schématisent la norme NF C 15-100 en couleur.

Méthode des 62% et sa variante ou méthode en triangle, le premier poster (68 x 100 cm) fait le point sur LA MESURE DE TERRE.

Quant au second, de même format, ce sont les LIAISONS A LA TERRE ET LA RÉSISTIVITÉ qu'il explique.

Pour les obtenir gratuitement, contactez Chauvin Arnoux au 01-44-85-44-20





Générateur **MTX 3240** et Multimètre **MTX 3250** : une ergonomie et une lisibilité sans paires.

Famille MTX Compact

Séduisante par ses formes, convaincante par ses performances

Pour concevoir sa nouvelle famille d'instruments de laboratoire, les MTX Compact, Metrix a longuement interrogé le marché. Force a été alors de constater que la conception de ces outils relevait trop souvent de l'habitude et avait fini par s'éloigner des attentes des utilisateurs. Metrix s'est alors résolument tourné vers l'innovation utile, pour offrir des fonctions inédites soulignées par une ergonomie sans faille.

Un design qui s'affiche

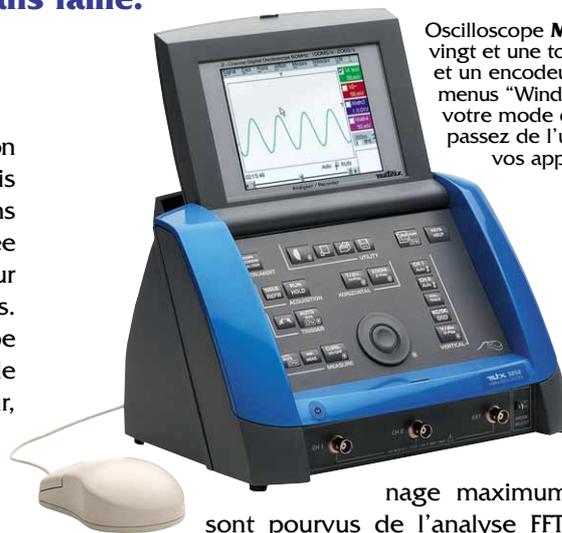
L'afficheur du générateur et du multimètre est d'une dimension et d'une lisibilité encore jamais vues : 140 x 50 mm, tandis que l'écran LCD des oscilloscopes se décline en versions couleur et monochrome. Grâce à la technologie développée pour l'affichage, chacune des personnes se trouvant autour d'un même instrument lit parfaitement les mesures obtenues. Très compacts, multimètre, générateur ou oscilloscope trouvent leur place sur des paillasse standard, dégagant de l'espace devant eux. Ils se glissent tout aussi facilement sur, ou sous, une demi-étagère.

Un pilotage facile et sécurisé

Les connexions mesure sont facilement accessibles car situées en façade. La sélection des fonctions primaires s'établit directement au moyen de touches avec led de validation et identification intégrées. Les fonctions courantes des oscilloscopes bénéficient également de touches dédiées en face avant, soit 21 boutons de raccourcis plus un encodeur. Mais l'appareil peut également être piloté à la souris via des menus "Windows-like" ou des éléments graphiques intuitifs. Du jamais vu sur cette catégorie d'instrument !

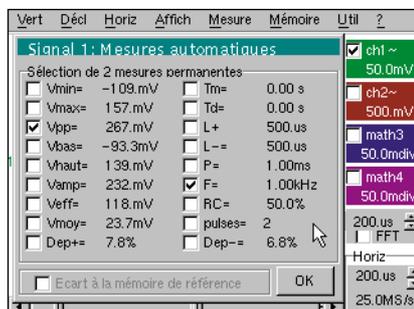
Des caractéristiques innovantes et performantes

Les MTX Compact bénéficient en standard d'une programmation SCPI et d'une calibration numérique à 100%. Le générateur MTX 3240 offre la stabilité du réglage de la fréquence au digit près, un changement de gammes automatique pour l'amplitude, un rapport cyclique réglable sans variation de la fréquence ainsi que la fonction "LOGIC" pour une réponse simple et rapide à la génération de signaux logiques à seuils ajustables. Le multimètre 50 000 points MTX 3250 dispose de d'un "AUTORANGING" courant complet. Son affichage triple permet de visualiser les combinaisons de mesures, le mode SPEC calcule et affiche les incertitudes de l'instrument, le mode MATH offre la lecture directe de la grandeur mesurée, le mode SURV piège et date les défauts. Grâce à son mode AUTOPEAK®, le multimètre contrôle en permanence le facteur de crête de la tension ou du courant du signal mesuré. Les oscilloscopes



Oscilloscope **MTX 3252** : vingt et une touches de raccourcis et un encodeur, une souris et des menus "Windows-like", choisissez votre mode de pilotage, ou passez de l'un à l'autre selon vos appétences

numériques MTX 3252 et 3252 - 60 et 100 MHz, vitesse d'échantillonnage maximum 20 Géc/s – sont pourvus de l'analyse FFT temps réel et multivoie du signal. L'analyse d'harmoniques 31 rangs est également proposée, en option, tout comme l'enregistreur numérique. D'autres fonctions innovantes sont désormais à la portée de chacun : une mise à l'échelle sur les deux voies avec lecture directe et unité physique du signal ; un éditeur mathématique de deux fonctions complexes, et jusqu'à huit courbes simultanées à l'écran. Tous les fichiers générés s'ouvrent sous des applications Windows.



Les dix-huit mesures automatiques disponibles peuvent être visualisées simultanément.

Sur les oscilloscopes, l'interface réseau Ethernet avec serveur HTML, en option, permet de prendre la main sur l'instrument à distance, sans logiciel supplémentaire, grâce à sa seule adresse Ethernet. Ainsi sont résolus les besoins de gestion à distance, quand les salles machines et les salles de cours sont dissociées. L'aide en ligne, qui existe en cinq langues au choix, est disponible à tout moment.

Vraiment performants et dotés de modes inédits, ces surdoués ont un atout supplémentaire pour vous séduire, un prix vraiment raisonnable !

Pollution des réseaux électriques

Compensation d'énergie réactive



Nicolas GESSEN
Professeur en génie
électrotechnique

Problématique posée : existence, enjeux économiques, atténuation des effets

Support d'activité proposé : La partie opérative de malaxage de sable "Ecolsab" (Béma) associée à l'armoire "Habilis" (SCHNEIDER ELECTRIC)

Le but de ce TP est de mettre en évidence les effets engendrés par le fonctionnement d'une installation consommant de l'énergie réactive et de proposer une solution pour y remédier au plan matériel et de cibler l'incidence économique ; des mesurages sont effectués pour valider les besoins et grandeurs. On proposera enfin une activité transversale issue des conclusions obtenues.

Le public visé se situe au niveau d'une classe de terminale STI Electrotechnique mais est facilement transposable au niveau professionnel ou de B.T.S.

Rappel sur l'installation :

La partie opérative utilisée présente plusieurs types de charges :

- L'une, résistive : la plaque de chauffe (intégrée à la plaque de base, une plaque chauffante triphasée permet la déshumidification du sable. Pour ce faire, la puissance disponible est d'environ 2 kW en triphasé 400V)

- L'autre inductive : l'ensemble Montée/Descente (fixé sur une plaque acier supportant la motorisation, la transmission et le guidage, ainsi que l'équerre supportant l'ensemble de malaxage. La motorisation est du type motoréducteur triphasé asynchrone 230 V/400 V d'une puissance de 0,18 kW en couplage étoile. Le rapport de réduction est de 1/25 et le couple disponible de 31 Nm).



Première Etape :

Il s'agit de **prendre conscience de la problématique et de dimensionner les besoins.**

Tarification de l'énergie : (référence février 2001 prix en Francs)

En analysant une facture EDF en tarif Vert, par exemple celle du lycée.

Il faudra d'abord prendre connaissance de la façon dont le déphasage entre : U (tension) et I (courant) est taxé avec le tarif vert puis analyser une facture d'été et d'hiver.

**Partie opérative Ecolsab
+ Armoire HABILIS
+ Pupitre d'automatisme**

En été :

Energie réactive mesurée en P+HP	Energie active mesurée en P+HP	Tangente phi Secondaire primaire	kvarh consommés	kvarh en franchise	kvarh à facturer	Prix unitaire en centimes	Montant
17 455	14 889	1,172	17 455	5 955			

On constate, sur la facturation d'été, que l'énergie réactive prend une part importante dans la consommation. En effet, la $\tan \varphi$ est bien supérieure à 0,4, mais comme cette période n'est pas celle où le fournisseur fait la chasse au gaspillage, l'énergie réactive n'est pas facturée (pour l'instant !).

En hiver :

Energie réactive mesurée en P+HP	Energie active mesurée en P+HP	Tangente phi Secondaire primaire	kvarh consommés	kvarh en franchise	kvarh à facturer	Prix unitaire en centimes	Montant en francs
48 818	81 308	0,600	48 818	32 523	16 295	1,737	283,04

En hiver, l'énergie réactive mesurée en P + HPH est facturée si la $\tan \varphi$ dépasse 0,4 ce qui est le cas. On doit donc s'acquitter de :

48 818 kvarh de consommation mesurée en P + HP Hiver
81 308 x 0,4 kvarh de consommation non taxée

La différence soit 16 295 kvarh est positive et c'est donc de l'énergie réactive consommée en trop et facturée à 1,737 centimes par kvarh $48\ 818 - (81\ 308 \times 0,4) = 16\ 295$ kvarh (dépassement donc en franchise) :

Cela n'empêche pas que le consommateur est toujours pénalisé par le surdimensionnement de son installation et par des pertes en ligne non négligeables dues en particulier à une valeur de courant plus importante que nécessaire.

16 295 x 1,737 centimes par kvarh soit 283,04 F pour le mois de février.

L'enjeu est facile à comprendre : si on ne fait rien contre cet effet, on est lourdement taxé ; le montant de cette taxe incite à agir.

En effet, l'amortissement du surcoût d'installation de compensation d'énergie réactive est généralement obtenu dans les trois années qui suivent, donc intéressant au plan économique.

Deuxième Etape :

Il s'agit de **prendre conscience du problème** au moyen de mesurages divers effectués sur l'installation et en particulier sur la plaque chauffante et sur le moteur de Mo/De.

Les premiers mesurages seront effectués avec l'**analyseur d'énergie C.A 8310** de Chauvin Arnoux. La plaque chauffante présente des courants significatifs, suffisants pour être mesurés. Par contre, il est nécessaire d'insérer des boucles d'intensité dans le circuit de M2 car avec les courants d'origine, le $\cos \varphi$ mesuré est de 1 !!

Dans le relevé joint, les boucles sont de 10 tours ce qui a pour effet de multiplier les courants réels en ligne par 10 et par conséquent, les puissances également. Seuls les tensions, facteurs de puissance, $\cos \varphi$, fréquence et taux de distorsion sont à prendre comme tels. Les boucles peuvent

être insérées soit en aval de Q2 (L21, L22 et L23), soit en aval de F2 (L27, L28 et L29). Les relevés fournis par l'analyseur (effectuer la commande Ctrl_C dans le logiciel Power View et récupérer la copie d'écran dans un traitement de texte quelconque avec Ctrl_V) **permettent de mettre en évidence que le facteur de puissance du circuit résistif (figure 1) est proche de 1 mais aussi que celui du circuit inductif (figure 2, relevé pour une phase de montée) est de l'ordre de 0,245 ($\varphi = 5\pi/12$ soit 75°) ce qui est très peu.**

TENSION SYSTEME TRIPHASÉ		PUISSANCE ACTIVE TRIPHASÉ	
TENSION DE PHASE LIGNE L1	+401,5 V	PUISSANCE ACTIVE L1	+901,0 kW
TENSION DE PHASE LIGNE L2	+221,5 V	PUISSANCE ACTIVE L2	+40,57 kW
TENSION DE PHASE LIGNE L3	+221,9 V	PUISSANCE ACTIVE L3	+91,64 kW
TENSION L1 - L2	+401,2 V	PUISSANCE REACTIVE TRIPHASÉ	+100,5 kVAR
TENSION L2 - L3	+401,2 V	PUISSANCE REACTIVE L1	+88,18 kVAR
TENSION L3 - L1	+401,1 V	PUISSANCE REACTIVE L2	+80,31 kVAR
COURANT SYSTEME TRIPHASÉ	+901,5 A	PUISSANCE REACTIVE L3	+86,00 kVAR
COURANT LIGNE 1	+902,6 A	EMERGENCE ACTIVE ACQ. TRIPHASÉ	+9000,8 kVARh
COURANT LIGNE 2	+902,7 A	EMERGENCE REACT. INDUCT. TRIPHASÉ	+9000,8 kVARh
COURANT LIGNE 3	+901,5 A	EMERGENCE REACT. CAPAC. TRIPHASÉ	+9000,8 kVARh
FACT. DE PUISS. TRIPHASÉ	+0,554	EMERGENCE ACTIVE CEDEE TRIPHASÉ	+9000,8 kVARh
FACT. DE PUISS. PHASE L1	+0,552	EMERGENCE REACT. INDUCT. TRIPHASÉ	+9000,8 kVARh
FACT. DE PUISS. PHASE L2	+0,568	EMERGENCE REACT. CAPAC. TRIPHASÉ	+9000,8 kVARh
FACT. DE PUISS. PHASE L3	+0,591	FREQUENCE	+950,1 Hz
TRIPHASÉ COSφ	+0,300	THD TENSION LIGNE 1	+902,7 %
PHASE L1 COSφ	+0,592	THD TENSION LIGNE 2	+902,3 %
PHASE L2 COSφ	+0,542	THD TENSION LIGNE 3	+902,8 %
PHASE L3 COSφ	+0,391	THD COURANT LIGNE 1	+900,0 %
PUISSANCE APPAR. TRIPHASÉ	+901,0 kVA	THD COURANT LIGNE 2	+900,0 %
PUISSANCE APPAR. L1	+906,80 kVA	THD COURANT LIGNE 3	+900,0 %
PUISSANCE APPAR. L2	+906,83 kVA	PUISSANCE MOYENNE	+900,0 kW
PUISSANCE APPAR. L3	+911,84 kVA		

Fig.1

Relevé effectué dans le circuit résistif :

**Puissance active =
Puissance apparente :
 $\cos \varphi = 1$**

TENSION SYSTEME TRIPHASÉ		PUISSANCE ACTIVE TRIPHASÉ	
TENSION DE PHASE LIGNE L1	+403,2 V	PUISSANCE ACTIVE L1	+901,3 kW
TENSION DE PHASE LIGNE L2	+223,4 V	PUISSANCE ACTIVE L2	+90,44 kW
TENSION DE PHASE LIGNE L3	+223,6 V	PUISSANCE ACTIVE L3	+90,15 kW
TENSION L1 - L2	+402,4 V	PUISSANCE REACTIVE TRIPHASÉ	+905,2 kVAR
TENSION L2 - L3	+403,0 V	PUISSANCE REACTIVE L1	+91,77 kVAR
TENSION L3 - L1	+402,2 V	PUISSANCE REACTIVE L2	+91,79 kVAR
COURANT SYSTEME TRIPHASÉ	+407,8 A	PUISSANCE REACTIVE L3	+91,77 kVAR
COURANT LIGNE 1	+407,8 A	EMERGENCE ACTIVE ACQ. TRIPHASÉ	+9000,8 kVARh
COURANT LIGNE 2	+407,8 A	EMERGENCE REACT. INDUCT. TRIPHASÉ	+9000,8 kVARh
COURANT LIGNE 3	+407,8 A	EMERGENCE REACT. CAPAC. TRIPHASÉ	+9000,8 kVARh
FACT. DE PUISS. TRIPHASÉ	+0,245	EMERGENCE ACTIVE CEDEE TRIPHASÉ	+9000,8 kVARh
FACT. DE PUISS. PHASE L1	+0,247	EMERGENCE REACT. INDUCT. TRIPHASÉ	+9000,8 kVARh
FACT. DE PUISS. PHASE L2	+0,242	EMERGENCE REACT. CAPAC. TRIPHASÉ	+9000,8 kVARh
FACT. DE PUISS. PHASE L3	+0,248	EMERGENCE REACT. CAPAC. TRIPHASÉ	+9000,8 kVARh
TRIPHASÉ COSφ	+0,316	FREQUENCE	+950,0 Hz
PHASE L1 COSφ	+0,319	THD TENSION LIGNE 1	+902,4 %
PHASE L2 COSφ	+0,311	THD TENSION LIGNE 2	+902,2 %
PHASE L3 COSφ	+0,317	THD TENSION LIGNE 3	+902,3 %
PUISSANCE APPAR. TRIPHASÉ	+405,8 kVA	THD COURANT LIGNE 1	+900,0 %
PUISSANCE APPAR. L1	+411,82 kVA	THD COURANT LIGNE 2	+900,0 %
PUISSANCE APPAR. L2	+411,83 kVA	THD COURANT LIGNE 3	+900,0 %
PUISSANCE APPAR. L3	+411,82 kVA	PUISSANCE MOYENNE	+900,4 kW

Fig.2

Relevé effectué dans le circuit de levage :

**I ligne = 0,78 A
S = 0,54 kVA
P = 0,13 kW
Q = 0,53 kvar**

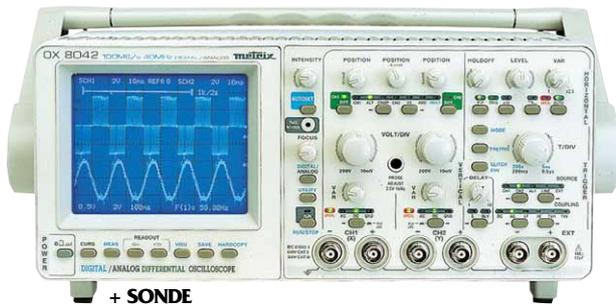
On note que le facteur de forme est cette fois ci proche de 0,25 !

**I ligne = 0,78 A
La tension est proche de 400 V.
Le bilan des puissances donne ceci,
une fois divisé par 10 :
S = 0,557 kVA
P = 0,137 W
Q = 0,537 kVA ce qui donne :
 $\cos \varphi = P/S = 0,25$**

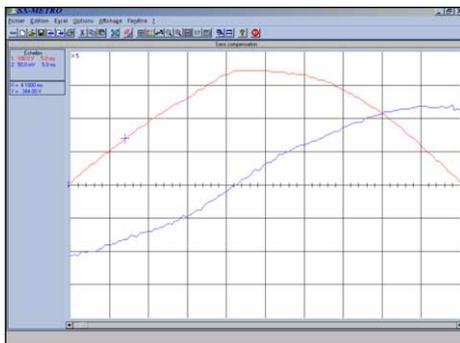


Il est alors possible de vérifier le résultat par plusieurs moyens. Le premier en utilisant une **pince wattmétrique du type MX 240** lors de la phase de montée et toujours avec la boucle de courant (I sur L29 et U sur L27 à L29).

Le nouveau mesurage permet donc de confirmer le résultat obtenu car l'ensemble des valeurs est très proche des précédentes.



Pour en avoir le cœur net, il est aisé de **mesurer cet angle à l'aide d'un oscilloscope de type OX 8042**. La tension entre L28 et L29 est prise directement en mode différentiel et le courant à l'aide de la sonde de courant E3N de Chauvin Arnoux. **La mesure de l'angle donne un peu plus de 4 divisions soit également $5\pi/12$.**



Les conditions de mesurage sont les suivantes :
Calibre tension 100 V par div
Calibre courant 0,5 A par div

Il faut se rendre à l'évidence, ce facteur de puissance est loin d'être fameux. Il est clair qu'un moteur asynchrone faiblement chargé ou à vide est consommateur d'énergie réactive. Par contre, dans ce cas de figure, le problème ne vient pas de la sous charge du moteur car I relevé est proche de sa valeur nominale, mais plutôt de la construction même des moteurs de faible puissance (entrefer important par exemple).

Quelques rappels d'électrotechnique permettront de resituer la problématique et de **définir ce qu'est un "mauvais" facteur de forme :**

La puissance active absorbée par un récepteur s'écrit P et s'exprime en W. C'est la puissance qui sera réellement fournie et transformée par la charge en énergie utilisable directement.
 En monophasé : $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$
 En triphasé : $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$

Le déphasage du courant sur la tension ajoute une composante, la puissance réactive, Q qui s'exprime en VAR. C'est une puissance provenant des circuits magnétiques (stockage de courant dans les inductances) et capacitifs (stockage de tension dans les condensateurs).

En monophasé : $Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$
 En triphasé : $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$

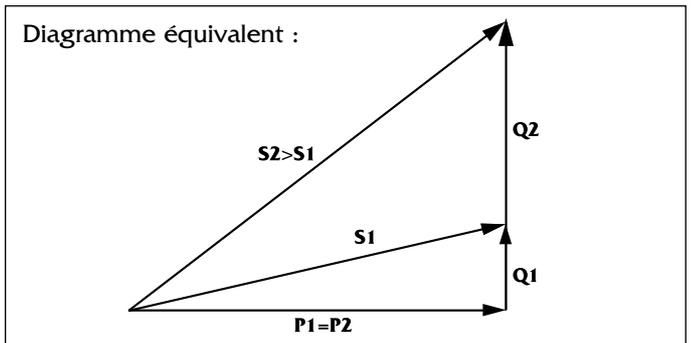
La puissance apparente absorbée par un récepteur s'écrit S et s'exprime en VA. Cette puissance sert notamment au dimensionnement des transformateurs de distribution.

En monophasé : $S = U \cdot I$

En triphasé : $S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$

On note les relations suivantes :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ et } \operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P} \text{ ainsi que } \cos \varphi = \frac{P}{S} \text{ et } \sin \varphi = \frac{Q}{S}$$



On remarque qu'une grande puissance réactive donc un mauvais facteur de puissance ($\cos \varphi$ faible ou $\operatorname{tg} \varphi$ fort) sont pénalisants pour :

- Le consommateur d'énergie : surdimensionnement des câbles et de l'installation ; pertes importantes par échauffement.
- Le courant appelé chez le fournisseur d'énergie est trop élevé d'où surfacturation.

C'est pourquoi le fournisseur d'énergie sanctionne par une majoration tarifaire les clients ayant un mauvais facteur de puissance.

L'énergie correspondant à la puissance consommée pendant un temps :

$$W = P \cdot t \text{ donc on peut calculer}$$

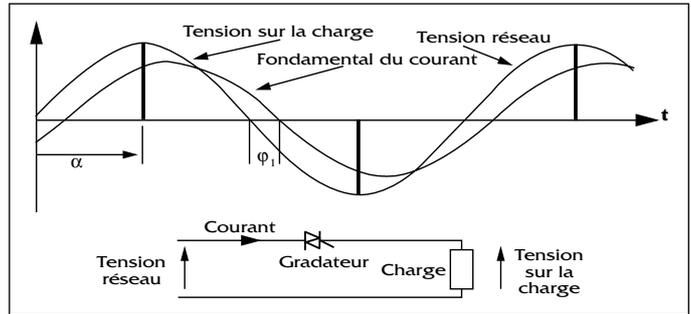
$$W_a = P \cdot t \text{ et } W_r = Q \cdot t \text{ d'où on obtient } \operatorname{tg} \varphi = \frac{W_r}{W_a}$$

La Position du fournisseur français est la suivante :

Tarifs	Mesures	Conséquences d'un mauvais $\cos \varphi$
BLEU	$S = \frac{P}{\cos \varphi}$	Si $\cos \varphi$ est trop faible alors S devient élevée, la puissance souscrite est dépassée et le thermique du Dj déclenche.
JAUNE	$S = \frac{P}{\cos \varphi}$	Si $\cos \varphi < 0,93$ ($\operatorname{tg} \varphi > 0,4$), S est élevée, la puissance souscrite est dépassée et EDF fait payer des pénalités.
VERT	Mesure de W_a Mesure de W_r	Pénalité EDF sur HP et Hiver si $W_r/W_a > 0,4$

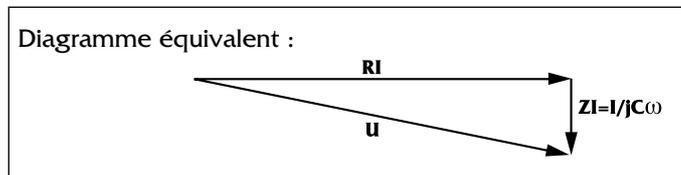
Les causes sont bien connues et résident dans le fait que lorsque le rendement du récepteur inductif (moteur, transformateur, chauffage par induction, ...) est faible, il y a stockage d'énergie dans les inductances. Il peut y avoir aussi le phénomène de stockage inductif avec des longues ligne d'alimentation, mais aussi avec les convertisseurs statiques (redresseurs commandés, gradateurs, ...) car ils décalent en arrière le fondamental de courant par rapport à la tension.

Extrait de "Application du relais statique" par CELDUC relais



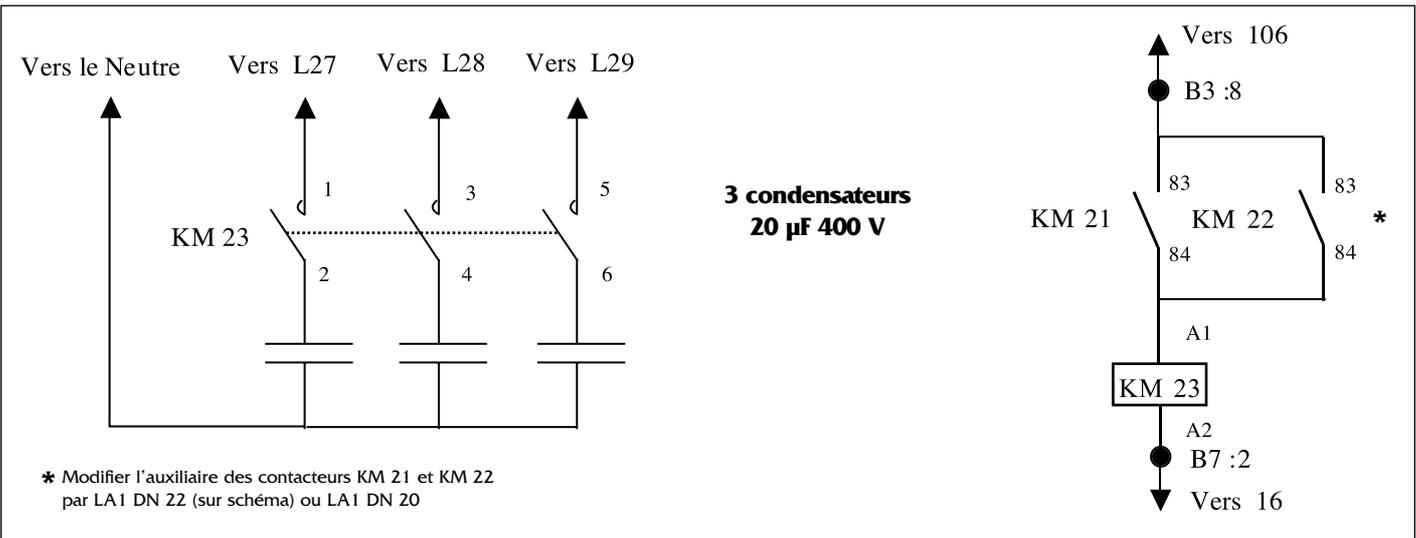
Troisième Etape :

Le remède le plus utilisé consiste à insérer une batterie de condensateurs.



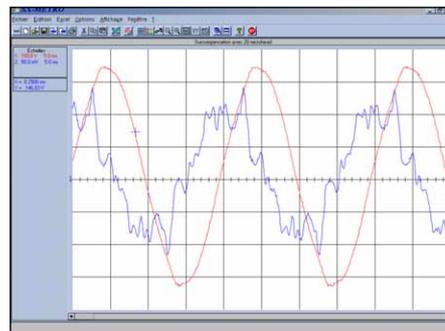
Il apporte une énergie réactive opposée à celle des circuits inductifs, donc l'énergie réactive totale diminue.

On peut donc essayer d'apporter une solution sur notre support qu'est le système de malaxage de sable. La partie chauffage ne pose pas de problème mais la partie levage nécessite, elle, une correction par couplage de condensateur.



Lors de l'essai réalisé dans les mêmes conditions que précédemment (Oscilloscope OX 8042 + pince E3N), on s'aperçoit que (voir relevé) le courant est maintenant en avance sur la tension. La compensation est trop importante !
Le circuit est devenu capacitif.

L'inconvénient de ce cas de figure est que cette surcompensation peut introduire une auto-excitation du moteur. Dans ce cas, une surtension peut apparaître aux bornes du moteur (2 à 3 fois sa tension d'alimentation). De plus, certains pays autorisent, bonifient, ou interdisent le renvoi d'énergie réactive sur le réseau.



Les conditions de mesurage sont les suivantes :
Calibre tension 100 V par div
Calibre courant 0,5 A par div

Il serait donc utile de calculer l'énergie réactive à fournir afin de s'en tenir au strict respect du facteur de forme exigé (0,93 en France) :

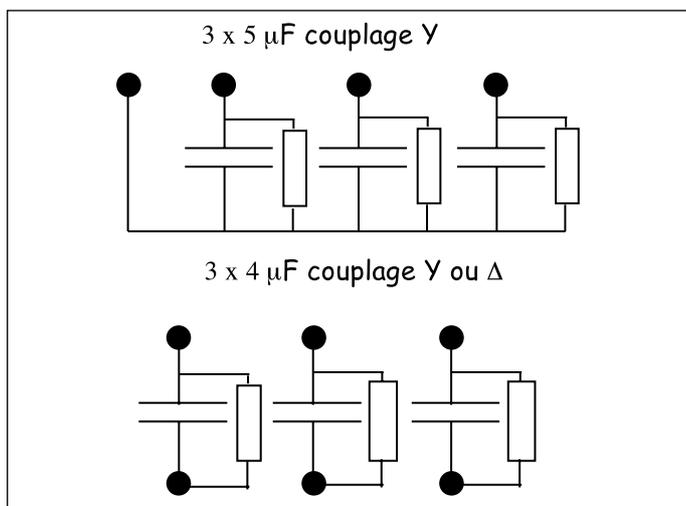
$Q_C = P (Q/P - 0,4) = 482,2 \text{ var}$ d'où $C = Q / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot U^2) = 29 \mu\text{F}$ (pour couplage en Y soit $V = 230 \text{ V}$) ou $9,6 \mu\text{F}$ (pour couplage en Δ soit $V = 400 \text{ V}$)

Il faudrait donc trois condensateurs de $9 \mu\text{F}$ chacun ($27 \mu\text{F}$) en Y (étoile) afin d'obtenir un résultat. Il faut noter également que le schéma de principe précédent est à compléter par une résistance de décharge des condensateurs (elle doit être obtenue en 1 seconde en milieu domestique et 10 secondes en milieu industriel d'après la norme EN 60947-1). Dans notre cas, pour une décharge en 3τ soit 95 % de la décharge totale en 10 secondes, on obtient :

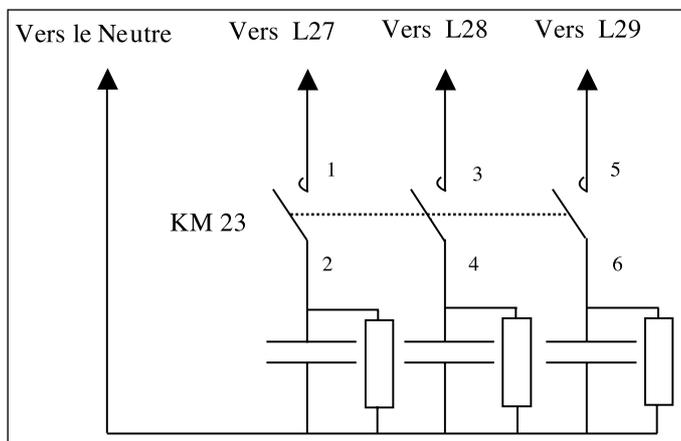
$\tau = 3,3 \text{ s} = R \cdot C$
ce qui donne :

$R = 660 \text{ k}\Omega \frac{1}{4} \text{ W}$ avec $C = 5 \mu\text{F}$ et $R = 825 \text{ k}\Omega \frac{1}{4} \text{ W}$ avec $C = 4 \mu\text{F}$

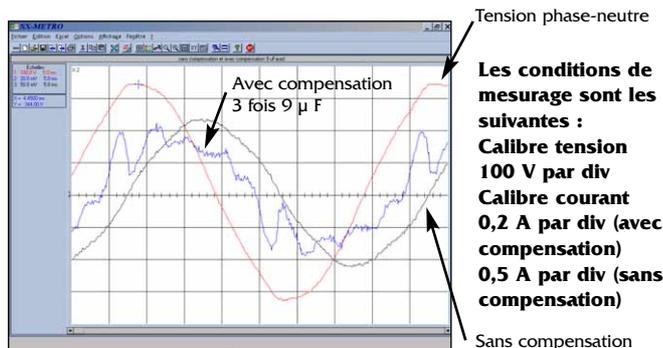
En effet, afin d'offrir de multiples possibilités de couplage, les trois fois $9 \mu\text{F}$ pourront se réaliser de la façon suivante dans une boîte de condensateurs précablés :



Les possibilités de couplage sont donc de $3 \times 4 \mu\text{F}$ en étoile ou en triangle, $3 \times 5 \mu\text{F}$ en étoile ou $3 \times (4 // 5) \mu\text{F}$ en étoile soit $3 \times 9 \mu\text{F}$ en étoile.



Le relevé joint permet de constater l'amélioration du facteur de forme puisque l'on se situe tout proche de celui d'une résistance pure pour une compensation avec 3 fois $9 \mu\text{F}$. C'est ce que nous souhaitons obtenir.



Les conditions de mesure sont les suivantes :
Calibre tension 100 V par div
Calibre courant 0,2 A par div (avec compensation)
0,5 A par div (sans compensation)



Les conditions de mesure sont les suivantes :
Calibre tension 100 V par div
Calibre courant 0,2 A par div (avec compensation)
0,5 A par div (sans compensation)

Le bilan des intensités mesurées à l'aide de la pince MX 240 donne ceci :

- 3 fois $9 \mu\text{F}$:
- I ligne = 0,24 A
 - I moteur = 0,79 A
 - I condensateur = 0,65 A
- 3 fois $5 \mu\text{F}$:
- I ligne = 0,45 A
 - I moteur = 0,79 A
 - I condensateur = 0,36 A

Le relevé effectué à l'aide de l'analyseur d'énergie avec une compensation de $9 \mu\text{F}$ permet de confirmer ces résultats :

Relevé effectué dans le circuit de levage :

TENSION SYSTEME TRIPHASÉ	4407,0 V	PUISSANCE ACTIVE TRIPHASÉ	4001,3 kW
TENSION DE PHASE LIGNE L1	4234,0 V	PUISSANCE ACTIVE L2	400,41 kW
TENSION DE PHASE LIGNE L2	4247,7 V	PUISSANCE ACTIVE L3	400,47 kW
TENSION DE PHASE LIGNE L3	4235,3 V	PUISSANCE REACTIVE TRIPHASÉ	4001,0 kVAR
TENSION L1 - L2	4408,4 V	PUISSANCE REACTIVE L1	400,39 kVAR
TENSION L1 - L3	4408,7 V	PUISSANCE REACTIVE L2	400,32 kVAR
TENSION L2 - L3	4407,7 V	PUISSANCE REACTIVE L3	400,39 kVAR
COURANT SYSTEME TRIPHASÉ	4002,4 A	ENERGIE ACTIVE ACQ. TRIPHASÉ	400002,4 kWh
COURANT LIGNE L1	4002,2 A	ENERGIE REACT. INDUCT. TRIPHASÉ	400000,9 kVARh
COURANT LIGNE 2	4002,4 A	ENERGIE REACT. CAPAC. TRIPHASÉ	00001,9 kVARh
COURANT LIGNE 3	4002,0 A	ENERGIE ACTIVE CDEB. TRIPHASÉ	00001,4 kWh
FACT. DE PUISS. TRIPHASÉ	0,784	ENERGIE REACT. INDUCT. TRIPHASÉ	00000,8 kVARh
FACT. DE PUISS. PHASE L1	0,787	ENERGIE REACT. CAPAC. TRIPHASÉ	00000,5 kVARh
FACT. DE PUISS. PHASE L2	0,808	FREQUENCE	450,0 Hz
FACT. DE PUISS. PHASE L3	0,772	THD TENSION LIGNE 1	4002,0 %
TRIPHASÉ COSφ	0,871	THD TENSION LIGNE 2	4001,7 %
PHASE L1 COSφ	0,860	THD TENSION LIGNE 3	4002,4 %
PHASE L2 COSφ	0,893	THD COURANT LIGNE 1	4003,7 %
PHASE L3 COSφ	0,868	THD COURANT LIGNE 2	4028,0 %
PUISSANCE APPAR. TRIPHASÉ	4001,7 kVA	THD COURANT LIGNE 3	4032,3 %
PUISSANCE APPAR. L1	400,44 kVA	PUISSANCE MOYENNE	4000,0 kW
PUISSANCE APPAR. L2	400,37 kVA		
PUISSANCE APPAR. L3	400,81 kVA		

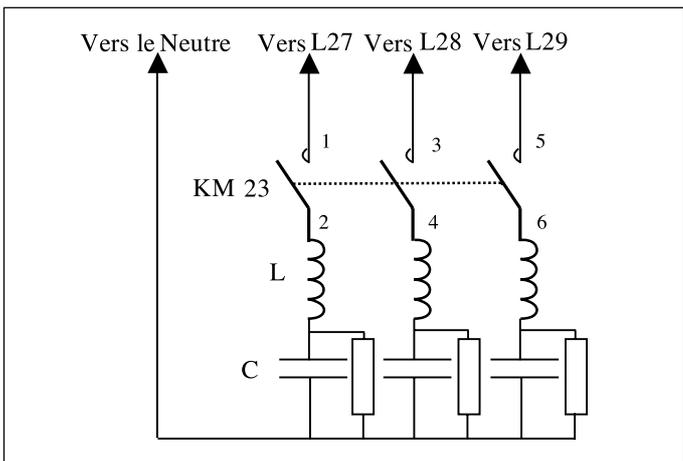
I ligne = 0,24 A
S = 0,17 kVA
P = 0,13 kW
Q = 0,1 kvar
On note que le facteur de forme est cette fois ci proche de 0,8 et que, pour une puissance active identique, les puissances apparente et réactive sont en nette diminution.

Le courant est passé de 0,78 A à 0,24 A !

Il est à noter **que la déformation du courant obtenu après compensation peut être due à la résonance du circuit LC formé de l'inductance du réseau et de la capacité ajoutée.**

Il est aussi important de noter que **le condensateur se comporte comme un court circuit lors de sa charge imposant une surintensité très importante** lors de sa commutation sur le réseau.

Il existe deux remèdes à cela.



Le premier, contre les oscillations et les pointes d'intensité, consiste à **ajouter en série avec le condensateur une inductance L, dite anti-harmonique.** Elle réduit l'intensité lors de la charge et permet d'accorder le filtre LC ainsi constitué sur la fréquence gênante créant la majorité des déformations de l'intensité en régime établi.

La fréquence d'accord, f_a est généralement de l'ordre de 200 Hz. Or on sait que :

$$f_a = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \times C}} \text{ soit } L = 7,9 \text{ H pour } C = 5\mu\text{F} \text{ et } 6,3 \text{ H pour } 4\mu\text{F}.$$

Ces valeurs sont beaucoup trop élevées et montrent les limites de la compensation avec de faibles valeurs (enjeu économique mineur).

Le deuxième consiste non plus à **utiliser** un contacteur électromécanique mais un **contacteur statique dit "synchrone"** c'est à dire que l'interrupteur se ferme lorsque la tension est nulle à ses bornes, évitant ainsi le di/dt de charge du condensateur.

Extrait de "Application du relais statique" par CELDUC relais

Le cas de la figure 23 ci-contre montre le fonctionnement d'un relais statique idéal. Il serait alors intéressant de faire quelques essais permettant de valider cette hypothèse : les performances du relais statique synchrone permettent un bien meilleur fonctionnement que le relais électromagnétique et présentent une durée de vie supérieure.

Fig.23

Pilotage idéal par un relais statique synchrone

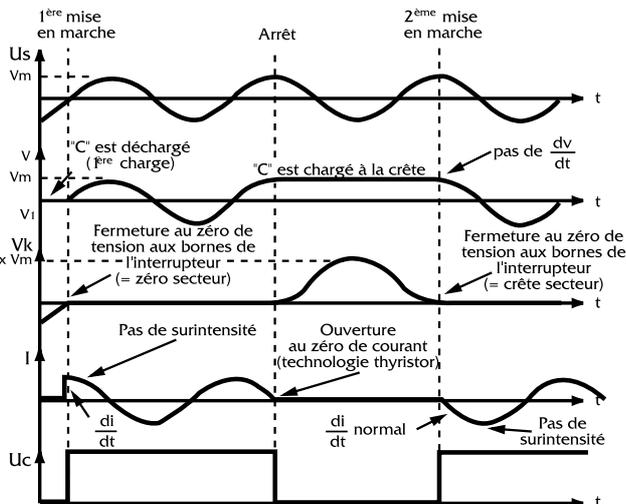
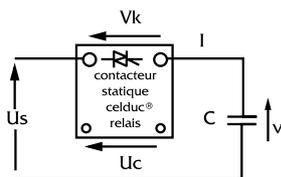
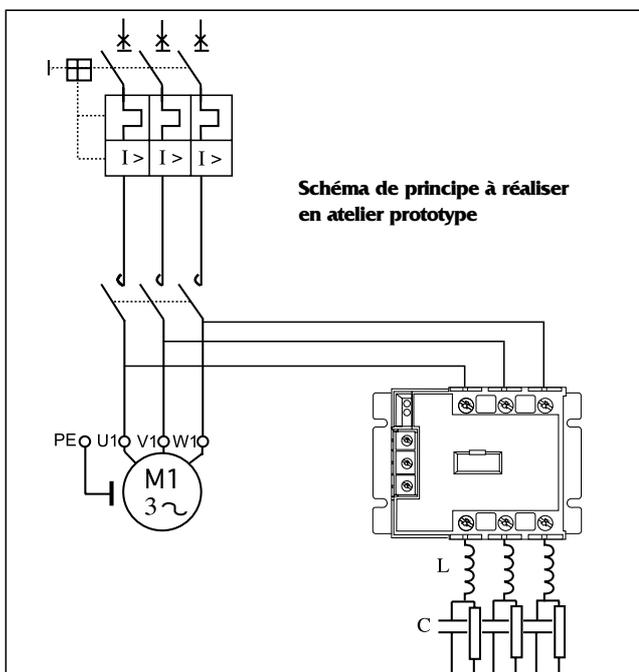


Schéma de principe à réaliser en atelier prototype



Il est donc naturellement proposé de réaliser dans l'atelier prototype, le câblage d'un démarrage direct, compensé par une batterie de condensateurs pilotés par relais statiques synchrones, afin de valider les hypothèses précédentes et comparer les réactions du montage réel avec celles du montage parfait.

Les outils multimédia au service de la formation en électrotechnique



Bertrand CHARIER
Professeur
de Génie Electrique

Depuis maintenant deux ans une équipe de professeurs mène une action de réflexion et de réalisation d'outils multimédia afin de répondre aux problèmes rencontrés par les élèves des sections Génie Electrotechnique de l'Académie de Poitiers.

Ces outils sont essentiellement des simulateurs destinés à s'affranchir de contraintes techniques et environnementales liées au phénomène observé et ne remplacent jamais l'expérimentation pratique.

L'outil logiciel intervient dans le seul but d'appréhender un phénomène physique et d'offrir une large possibilité de paramétrage.

Cet article est l'aboutissement de notre réflexion et la description de certains des logiciels utilisés par nos élèves.

Intérêts pédagogiques

Lors d'une séance de travaux pratiques

L'utilisation d'outils multimédia apporte un vecteur de communication supplémentaire dans une phase d'apprentissage et s'intègre parfaitement aux activités proposées dans les différentes zones de travail du laboratoire d'électrotechnique.

Ces outils interviennent aussi bien dans la phase de découverte d'un problème technique avant les expérimentations (figure 1) qu'après, dans la phase de synthèse (figure 2).

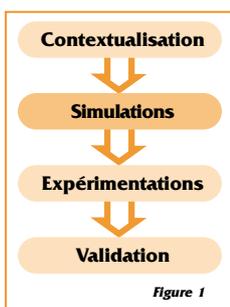


Figure 1

La figure 1 montre une situation d'enseignement où l'élève est amené à utiliser le simulateur avant expérimentation. Cette organisation permet d'affirmer le contexte de l'activité proposée et de présenter de manière attractive le thème abordé.

La figure 2 illustre une situation d'enseignement où les activités pratiques précèdent l'utilisation du simulateur.

Celui-ci permet de vérifier les résultats de l'expérimentation et d'en modifier facilement les paramètres afin d'en observer les influences sur le dispositif étudié. Cette possibilité est rarement envisageable sur le dispositif physique, par manque de temps (dispositif à grande inertie) ou bien par difficulté de

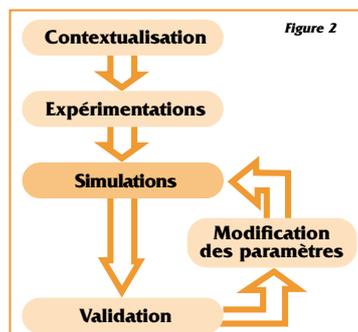


Figure 2

mise en œuvre. Une combinaison des deux situations d'enseignement peut également être envisagée.

En dehors du laboratoire d'électrotechnique

Les outils multimédia associés à des consignes précises de la part du professeur, fournissent un accès aux informations techniques, à des relevés de mesures en dehors du laboratoire. Ils permettent des activités de soutien et d'approfondissement. De manière pratique, les simulateurs contiennent des textes de travaux dirigés et sont disponibles en accès libre au Centre de Documentation et d'Information du lycée.

Exemples de quelques outils de représentations dynamiques d'un signal

La "Mesure" de TENSION

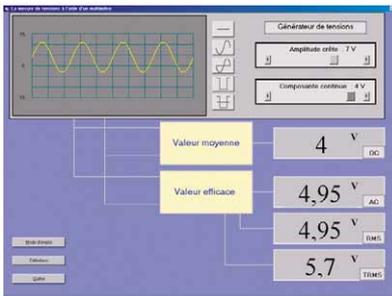
L'élève est souvent confronté au choix d'un appareil de mesure, ou au réglage d'un appareil en fonction du signal à mesurer. Ce simulateur apporte une aide au problème de la mesure d'une



tension et fait le point sur la mesure d'une valeur efficace en fonction des indications portées sur l'appareil par le fabricant.

Les différentes caractéristiques DC, AC, RMS et TRMS sont indiquées simultanément pour plusieurs allures de signaux :

- signal continu ;
- signal sinusoïdal ;



- signal sinusoïdal avec composante continue ;
- signal carré ;
- signal carré avec composante continue.

Le simulateur dispose d'un mode d'emploi et d'une fenêtre de définitions où sont

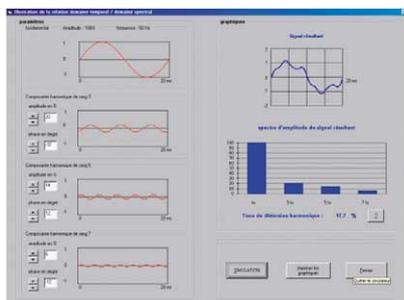
appelées les méthodes de mesure pour chaque appareil ou positions du commutateur. La partie supérieure de l'écran du simulateur offre le choix du signal à visualiser. L'utilisateur paramètre l'amplitude du signal et, le cas échéant, l'amplitude de la composante continue. Une représentation temporelle du signal ainsi paramétré est affichée. Toutes les informations données dans la partie inférieure de l'écran sont contenues dans cette représentation temporelle. La partie inférieure de l'écran nous indique le résultat de la mesure selon l'appareil utilisé ou bien selon la position du commutateur de l'appareil. Lorsque la mesure est erronée, valeur AC d'un signal carré par exemple, l'afficheur "AC" indiquera une suite d'étoiles : ****. Par contre, pour la mesure d'un signal sinusoïdal avec composante continue, les afficheurs indiqueront les valeurs issues de la méthode de mesure employée. On observera alors une différence entre l'afficheur RMS et l'afficheur TRMS. Ce dernier indiquant la valeur efficace vraie. L'utilisation du simulateur apporte à l'élève une compétence de technicien face à un problème de mesure.

Les perturbations "Harmoniques"

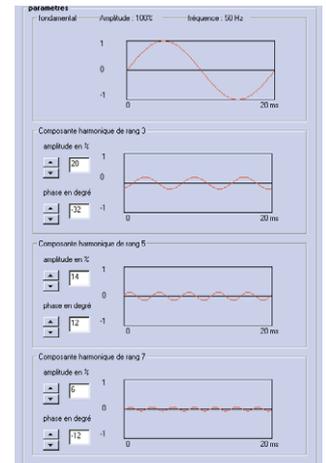
Cet outil multimédia permet d'appréhender les différentes représentations d'un même signal et les perturbations harmoniques des réseaux électriques par une approche progressive où l'aspect temporel des signaux est mis en avant. Il se compose de 2 simulateurs : le premier indique en détail la reconstruction d'un signal déformé par rapport à une sinusoïde, le second propose un grand nombre de composantes harmoniques et affiche uniquement le signal reconstitué et son spectre d'amplitude.

Premier simulateur

La relation entre un signal non-sinusoïdal et ses composantes sinusoïdales est abordée sans utilisation de concept mathématique comme la décomposition en série de Fourier. La représentation spectrale d'un signal défini de manière temporelle est proposée. La quantification de la perturbation harmonique est déterminée par le taux de distorsion harmonique global. La partie gauche de l'écran propose le paramétrage des composantes du signal à reconstituer. Seuls trois harmoniques,



le rang 3, le rang 5 et le rang 7 sont disponibles. Chaque composante est paramétrée en amplitude et en phase par rapport au fondamental du signal (amplitude 100% et origine des phases). L'action sur le bouton de commande "Simulation" affiche les sinusoïdes définies par l'utilisateur. La partie droite de l'écran propose l'allure temporelle du signal reconstitué, son spectre d'amplitude et le taux de distorsion harmonique.



Second simulateur

L'objectif de ce simulateur est de proposer la reconstruction d'un signal quelconque. La partie gauche de l'écran est dédiée aux caractéristiques du signal. Dix composantes

harmoniques sont possibles jusqu'au rang 20 soit 1 kHz. Des boutons de commande permettent de modifier, de supprimer ou d'ajouter des composantes sans avoir à toutes les saisir à chaque simulation. Une partie est pré-programmée avec des signaux usuels : signal redressé mono et double alternance, signal carré, signal de courant en amont d'un redresseur à capacité en tête, etc... La partie droite de l'écran affiche l'aspect temporel du signal reconstitué, son spectre d'amplitude ainsi que le taux de distorsion harmonique.

Conclusion :

L'utilisation de ces outils multimédia apporte un complément aux enseignements dispensés lors des séances de travaux pratiques, ils s'inscrivent naturellement dans une progression pédagogique.

La présentation multimédia de phénomènes physiques dynamiques propose un nouveau vecteur de communication dans les phases d'apprentissage et facilite la modification de certains paramètres difficilement accessibles dans la pratique. Leur inter-activité favorise des utilisations à différents niveaux d'exigence : observation, analyse des résultats de simulation, prédétermination de paramètres, etc... sans jamais se substituer à l'expérimentation.

La conception de ces outils est le fruit d'un travail d'équipe.

Taux de Distorsion Harmonique

Cet indicateur permet d'évaluer, avec un nombre unique, la distorsion en tension ou en courant en un point donné du réseau. Le THD facilite la comparaison entre plusieurs réseaux sujets à des harmoniques de rangs différents. C'est le rapport entre la valeur efficace des composantes harmoniques et la valeur efficace du fondamental.

$$THD = 100 \cdot \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{20} V_n^2}}{V_{1\text{eff}}}$$

Ecran

Reportage au Lycée Martin Luther King de Bussy St Georges

LES MESURES D'ANALYSE DE RESEAU SUR UN SYSTEME DE LEVAGE



Ouvert depuis exactement 10 ans, le Lycée d'enseignement général et technologique Martin Luther King a pour objectif de "permettre à tous les élèves de trouver leur voie dans une démarche personnelle de définition de leur projet scolaire et professionnel", de "maintenir les résultats de l'établissement au-dessus des taux attendus dans un climat d'épanouissement et de travail", et "d'éduquer à la citoyenneté en favorisant l'exercice de la responsabilité et des droits des lycéens".

Cet établissement situé en région parisienne compte plus de 1200 élèves pour une centaine de professeurs et propose de nombreuses filières aussi bien générales L, ES et S (SVT ou SI), que technologiques. Très impliqué dans l'enseignement de la technologie, le lycée prépare également à deux BAC STI (électronique et électrotechnique), à un BEP (parcours adapté électrotechnique), et à un BTS (Assistant Technique d'Ingénieur). Enfin il propose également un BAC STT spécialité: Action et Communication Commerciales et participe à la formation de professeurs. Autre spécificité de l'établissement : l'importance accordée à l'orientation avec la seconde de détermination, qui permet de rejoindre la plupart des filières possibles en classe de première quel que soit l'enseignement choisi en seconde.

Le but de notre visite, était de mieux connaître ce lycée qui pratique une politique d'orientation et de formation dynamique, d'une part, mais également d'effectuer des constatations techniques sur le terrain. En effet, pour un fabricant d'instruments de mesure, un établissement de formation technologique est à la fois pépinière et terrain !



Exemple type de dispositif pédagogique de système de levage.

Concrètement il s'agissait d'évaluer quelles améliorations un nouveau produit (analyseur d'énergie **C.A 8334**) pouvait apporter dans un cadre précis de mesurage.

Nous avons donc suivi l'exploitation pédagogique du système de levage présent dans de nombreux laboratoires STI en électrotechnique, à des niveaux de BEP des Métiers de l'Electrotechnique, Bac Professionnel E.I.E., Bac STI Electrotechnique et BTS Electrotechnique.

Le système de levage permet d'étudier l'ensemble de la chaîne énergétique du réseau de distribution basse tension jusqu'au moteur d'entraînement du treuil. Le treuil pouvant être couplé soit à un moteur à courant alternatif, soit à un moteur à courant continu.

Les exploitations pédagogiques sont nombreuses et conduisent essentiellement aux types de mesures suivants :

- mesure du courant de démarrage,
- mesure du courant en ligne en régime permanent,
- mesures de tension d'alimentation,
- mesure du déphasage entre courant et tension pour différentes phases de fonctionnement (démarrage et régime établi),
- mesure des puissances mises en jeu : P, Q et S,

AU



La manipulation du **C.A 8334** est intuitive. Les icônes gravées sur les touches permettent d'appeler la fonction choisie.

Le logiciel associé au **Qualistar** permet non seulement de visualiser, mais également de traiter, ensuite, les données acquises sur site

Les mesures à réaliser doivent s'adapter aux types de démarreurs mis en œuvre sur le système de levage (démarrage direct, démarrage par variation de vitesse). Aussi, les appareils de mesure doivent permettre de mesurer des valeurs efficaces RMS.

La plus valeur de l'analyseur de réseaux électriques, **Qualistar (C.A 8332 et C.A 8334)** est notable. Grâce à son écran graphique, il autorise la visualisation immédiate des courbes courant, tension et puissance et donne alors une idée précise à l'utilisateur de la nature du signal, en terme de qualité.

En voici quelques illustrations :

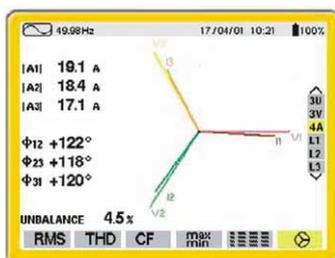
OBSERVATION :

Parmi les quatre types d'écrans disponibles dans le mode Formes d'ondes, voici ce que l'on peut notamment observer.

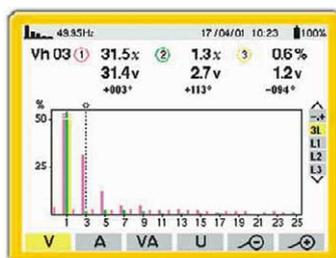
● Diagramme de Fresnel (exemple 1).

D'un simple coup d'œil, il permet le contrôle permanent des points suivants :

1. L'ordre des phases
 - Une erreur de branchement sur le T.P. est directement constatée à l'écran.
 - Les couleurs des vecteurs correspondent à celles des prises détrompées, tant en courant qu'en tension.
2. Le déphasage courant / tension de chaque phase
 - Permet d'observer, en temps réel, les différents états du système de levage (démarrage moteur, régime établi, montée en charge, descente...).
3. Les déséquilibres éventuels en courants, tensions, les décalages de phase ainsi que l'absence éventuelle de l'une d'elles.
4. Le curseur vertical, à droite de l'écran, donne accès à d'autres choix de mesure (tensions composées, tensions simples).



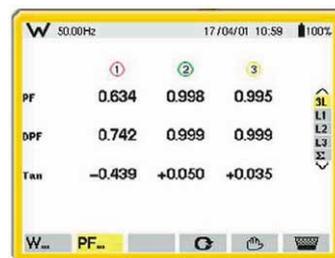
Exemple 1
Diagramme de Fresnel



Exemple 2
Taux Harmoniques (THD)



Exemple 3
Puissances, Energies



Exemple 4
Facteur de Puissance, cos phi, Tan phi

DIAGNOSTIC :

Parmi les cinq types d'écrans disponibles, voici ce que l'on peut observer.

● Taux Harmoniques global (THD) (exemple 2)

- Pour le contrôle du taux d'harmoniques global rang par rang et phase par phase, en tension, courant et puissance.
- Permet aussi d'analyser l'influence des harmoniques sur l'échauffement du neutre ou sur les machines tournantes

● Mode Puissance / Energie (exemple 3)

- Affichage des puissances cédées ou consommées au niveau de l'actif et des puissances réactives inductives et capacitatives. Les différences de mesures sont notamment sensibles sur le T.P de levage selon son sens de fonctionnement, montée en charge ou descente.
- Deuxième ligne en haut, affichage de la date et de l'heure du début et de la fin des compteurs d'énergie (Start et Stop).

● Facteur de Puissance (exemple 4)

- Sur cet écran, on affiche pour les trois phases, le facteur de puissance (PF), le cosinus phi et la tangente phi souvent souhaitée par les enseignants de l'électrotechnique.

Gardons le sourire



Dans le prochain numéro : l'isolement

Revue d'informations techniques
Le Club du Mesurage
190, rue Championnet
75876 PARIS Cedex 18 - France
Tél : +33 1 44 85 44 20
Fax : +33 1 46 27 07 48
E-mail : info@leclubdumesurage.com
Web : www.leclubdumesurage.com

Directeur de la publication :
Jean-Louis Gauchenot
Rédacteur en chef :
Alain Kohler
Comité de Rédaction :
Etienne Chouquet, Luc Dezarnaulds,
Didier Villette, Jean Wauters
Coordination :
Rose Marie Berger

Conception graphique, réalisation :
Avana - +33 2 38 77 88 88

Diffusion gratuite, tous droits de reproduction réservés.