٢

مـــراقـــبـــــة و قـــيـــــاس
الـشـبـكـــات الـكـهـربـائـيـــة

Power Monitoring
and Metering

الـفـهـــرس

صفحة

■ مـراقـبـــة و قـيـاس الـشـبـكـات الـكـهـربـيـــة ٤

■ الـتـوافـقـيـــات ٥

صفحة

■ نـظـام مـراقـبـة الـشـبـكـات الـكـهـربـيـة ٨

■ الفكرة الأساسية لنظام Power Logic ٨

■ مراقب الدائرة الكهربية Power monitoring PM & CM ٨

■ إمكانيات جهاز Circuit monitor, CM 3000/4000 لـمـراقـبـة الـشـبـكـات الـكـهـربـيـــة ٩

■ قـراءات الـطـلـــب ١٠

■ قـراءات الـطـاقـة ١٠

■ قـراءات مـعـامـلات تـحـلـيـل الـطـاقـة ١٠

■ Power monitoring units PM & CM ١١

مـراقبـة و قيـاس الشبـكـات الكـهربيـة

في أغلب الأحيان عادة ما يفترض أن الأحمال الكهربية تتم تغذيتها من مصادر تغذية ذات جهود لها شكل موجة جيبيه حيث يمر فى دوائر الأحمال تيار جيبى عادة ما يكون بزاوية وجه (φ) متأخرة بالنسبة للجهد و يعبر عنها بمعامل القدرة (cos φ) فى هذه الحالة يحلل التيار إلى مركبتين أحدهما لها نفس وجه الجهد (I cos φ) و الأخرى متعامدة عليها (I sin φ) يصاحب ذلك :

- تغذية الحمل بقدرة كهربية فعالة (حقيقية) وهى القدرة المسئولة عن الشغل المطلوب للحمل و ذلك بتحويلها إلى حرارة فى الدفايات أو إلى ضوء في اللمبات الكهربية أو إلى عزم ميكانيكى فى المحركات الكهربية وتقاس القدرة الفعالة بالوات (W) .
- تغذية الحمل بقدرة كهربية غير فعالة و هى المسئولة مثلاً عن تكون المجال المغناطيسى اللازم لدوران المحركات الكهربية أو لتكوين المجال الكهربى فى لمبات الفلورسنت أو لمبات التفريغ الكهربى اللازم لتأيين الغاز باللمبات و من ثم توهجها . و تقاس القدرة الغير فعالة بالفولت أمبير غير فعال (var) .

تعرف القدرة الظاهرة بالجذر التربيعى لمجموع مربعات القدرة الفعالة و الغير فعالة . تقاس القدرة الظاهرة بالفولت أمبير (VA) .

وحسب ساعات تشغيل الحمل الكهربى يصير إمداده بالطاقة الكهربية بأنواعها والتى تتراكم بمرور الزمن :

- الطاقة الكهربية الفعالة وتقاس بالوات ساعة(Wh) .
- الطاقة الكهربية الغير فعالة و تقاس بالفولت أمبير غير فعال ساعة (varh) .

وتعرف الطاقة الكهربية الظاهرة بالجذر التربيعى لمجموع مربعات الطاقة الفعالة والغير فعالة . تقاس الطاقة الظاهرة بالفولت أمبير ساعة (VAh). تحاسب شركات الكهرباء المشتركين عن الطاقة الفعالة المتراكمة كل فترة زمنية (شهر أو شهرين) فقط إن كان معامل القدرة لأحمال أكبر أو مساوياً (٠,٩) .

أما إذا قل معامل قدرة أحمال المشترك عن هذه القيمة فإن شركة الكهرباء تقوم بفرض غرامه على المشترك نظير سحبه لطاقة غير فعالة أكبر من التى توفرها له الشركة أما إذا زاد معامل القدرة عن (٠,٩) فيعطى المشترك خصماً لتوفير بعضاً من القدرة الغير فعالة التي توفرها له شركة الكهرباء و لخفضه للفقد فى الشبكات الكهربية .

يحوي عداد الطاقة الكهربية لدى كبار المشتركين مفاضل للطاقة للحصول على قيمة الحمل بالكيلوات لكل ١٥ دقيقة يسمى الطلب (Demand) و يحاسب المشترك على أقصى قيمة طلب يسجلها العداد خلال فترة زمنية معينة (٦ أشهر أو سنة) . و لما كان الطلب الأقصى يقاس على المغذى العمومي للمنشأة فإنه يأخذ فى الإعتبار عدم تطابق الأحمال القصوى للوحدات المختلفة بالمنشأة . إلا أن أجهزة القياس (مثال : PowerLogic) يمكنها القياس أو التسجيل للأحمال وغيرها عند أطراف الوحدات المختلفة فى نفس الوقت(Coincidence readings) بالإضافة الى إمكانية الجهاز بتوقع الطلب فى فترة زمنية مقبلة (Predicted demand) .

كما يتضمن الجهاز المعامل (K) للأخذ فى الإعتبار نسب محولات التيار و الجهد فى دائرة القياس و من ثم تظهر القراءات و يتم التسجيل لقيم الطلب الحقيقى و ليس كما فى دائرة الثانوى للمحولات .

و مع إنتشار نظم الخصخصة الجديدة سوف يسمح بتوصيل المحطات الحرارية بالمنشآت الصناعية و من ثم فإن الطاقة يمكن أن تسرى فى اتجاهين : إلى المصنع عند ذورة الأحمال و من المصنع إلى الشبكة فى فترة الأحمال الدنيا للمصنع و ذلك للإستفادة من القدرة المركبة بالمنشآت الصناعية . و قد صمم الجهاز (مثال : PowerLogic) ليتمكن من قراءة القدرة و الطاقة فى الإتجاهين (Bi-directional readings) دون تغير فى توصيل الجهاز مما يسمح بمحاسبة سليمة للطاقة سيان المرور للمصنع أو المصدرة منه إلى الشبكة .

التـــوافـقـيـــات

عموماً لا يتبع جهد مصدر التغذية قانون الجيب الذى يفترض فى معظم حسابات الدوائر الكهربية و إنما تحوى موجة الجهد بعض التوافقيات تظهر فى حالة وجود أحمال غير خطية موصله على المصدر .

ويقال عندئذ أن موجة الجهد و التيار مشوه بالتوافقيات . عندئذ ليصلح إستخدام القوانين المتعارف عليها فى حالة الجهد الجيبى على سبيل المثال :

القيمة الفعالة للتيار أو الجهد = $\sqrt{2}$ (للقيمة القصوى للتيار أو الجهد)

و القيمة المتوسطة للتيار أو الجهد = $\pi/2$ (القيمة القصوى للتيار أو الجهد) و من ثم معامل الشكل = ١,١١

و معامل القدرة = المقاومة / المعاوقة = $\cos \varphi = R / Z$.

و إنما تصبح القيمة الفعالة للجهد مساوية للجذر التربيعي لمجموع المربعات القيم الفعالة للجهود عند الذبذبة الرئيسية و ذبذبات التوافقيات.

$$V^2 \text{ rms} = V^2 \text{ 1rms} + V^2 \text{ 3rms} + V^2 \text{ 5rms} + \cdots$$

و تعتمد قيمة التيار الفعالة على مكونات الدائرة (مقاومة أو ممانعة حثية أو ممانعة سعوية أو مجاميع منها مكونة معاوقة مركبة) تختلف قيم هذه المعوقات للتيار حسب ذبذبته و لا يمكن حساب معامل قدرة وحيد للدائرة الكهربية فى هذه الحالة بل هناك معامل قدرة لكل توافقية

$$\cos \varphi_1 = R / Z_1$$

$$\cos \varphi_3 = R / Z3$$

$$\cos \varphi_5 = R / Z_5$$

و هكذا ...

و من ثم فلا يمكن إستخدام المعادلات السابقة فى حساب معامل القدرة للدائرة الكهربية بل لابد من استخدام المعادلة التالية :

معامل القدرة = القدرة الحقيقية (الفعالة) / القدرة الظاهرة

و يصبح معامل القدرة فى هذه الحالة مساوياً لمعامل القدرة المعتاد فى حالة الجهود والتيارات الجيبيه مضروباً فى معامل الإزاحة الناتج من وجود التوافقيات بالدائرة الكهربية .

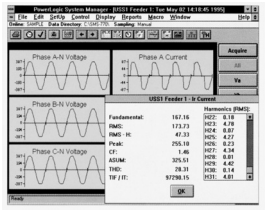
وتقوم أجهزة القياس و التسجيل (مثال : PowerLogic) للمتغيرات الكهربية بالدوائر المغذاه من مصادر جهد غير جيبى بقياس المعاملات التالية:

- التشوه الكلى بالتوافقيات (THD) للتيار و الجهد و يعكس نسبة التيار / الجهد الفعال مع إعتبار التوافقيات إلى نسبة التيار / الجهد الفعال للتوافقية الأساسية .
- معامل القيمة القصوى (Crest factor) = القيمة القصوى (للجهد/التيار) / القيمة الفعالة (للجهد / التيار) .
- معامل الشكل = القيمة الفعالة (للجهد / التيار) / القيمة المتوسطة (للجهد / التيار) .
- معامل البعد عن الشكل الجيبى = مجموع مربعات القيمة الفعالة لكل التوافقيات ماعدا الرئيسية (للجهد / التيار) / مربع القيمة الفعالة للتوافقية الرئيسية للجهد / التيار .

حيث أن الأحمال بأى منشأة تجمع بين أحمال الوجه الواحد والأحمال الثلاثية فإن ذلك يؤدى ، مهما حاول مهندس التصميم أو مهندس التشغيل ، إلى ظهور فروق فى قيم التيارات و الجهود على الأوجه المختلفة أى يظهر عدم توازن فى الجهود والتيار على الأوجه و يمكن لجهاز (مثال : PowerLogic) قياس و تسجيل ذلك عن طريق معامل عدم التوازن (جهد وتيار) .

الـفـكـرة الأسـاسـيـة لـنـظـام PowerLogic

طُـورَّ نـظـام PowerLogic للإستخدام في المؤسسات الصناعية والقطاعات التجارية الكبيرة و هيئات الكهرباء و ذلك للمساعدة فى إدارة الإستثمارات الكلية بنظم الكهرباء لدى كل منهم بما في ذلك من تكلفة الطاقة و تكلفة التشغيل و الصيانة وتكلفة معدات الكهرباء نفسها .



مراقب الدائرة الكهربية
Power monitoring PM & CM

عبارة عن جهاز رقمى متعدد الوظائف حيث يقوم بوظائف إكتساب ومعاملة البيانات و أعمال التحكم و هو بذلك يحل محل العديد من أجهزة القياس و المتابعات و الحساسات و مكونات أخرى.

و يقوم هذا الجهاز بالوظائف الموضحة أعلاه منفرداً إضافة إلى إمكانيات تحديث وظائفة عن طريق تحديث برنامج تشغيله مما يمكن الجهاز من ملاحقة أحدث التعديلات فى الدوائر الكهربية دون خوف من تقادم الجهاز .

و يركب الجهاز على الدوائر الكهربية ثلاثية الأوجه بنفس نظام تركيب عدادات الطاقة الكهربية إلا أنه يوفر بيانات أعم وأشمل و فى الواقع يمكن أن يقوم جهاز PowerLogic بوظائف أكثر من ١٠٠ جهاز قياس مختلف و بدرجة دقة أعلى . كما يمكن لجهاز PowerLogic متابعة جودة التغذية الكهربية بقياس التشوه بالتوافقيات في التيار و الجهد مما يمنح المستخدم فرص توفير حلول للتخلص من التشوه قبل تلف المعدات الكهربية . و يمكن للجهاز قياس وتسجيل الطاقة الكهربية بأنواعها مما يسهل متابعة شروط التعريفة الكهربية. و يتميز الجهاز بقراءة وتسجيل الطلب على الطاقة مما يسهل تطبيق نظم إدارة الأحمال الكهربية .

الـفـكـرة الأسـاسـيـة لـنـظـام PowerLogic

ويجهز PowerLogic بعدد من المتابعات التى تمكنه من المساعدة فى أعمال الوقاية الكهربية ضد فقدان أحد الأوجه و إنعكاس إتجاه الطاقة و الهبوط فى الجهد .

ويحوى نظام PowerLogic أيضاً نظم تحكم آلى لإدارة نظام توزيع الطاقة الكهربية مع السماح بتدخل المستخدم وبأعمال الضبط والتنبيه. يوفر النظام مداخل آلية من عدد من الحاسبات الشخصية وليس من محطة (حاسب شخصى) واحدة .

كما يستطيع نظام PowerLogic توفير متطلبات إدارة الحسابات والتكاليف بهدف إعداد التحاليل اللازمة لتحديد كلفة الطاقة المستهلكة بكل منتج على حده علي كل من خطوط التجميع ، حيث يمكن بإستخدام الحاسبات الشخصية الحصول على البيانات المطلوبة بالإتصال مع نظام PowerLogic و تفريغها فى جداول Spreadsheet.

إمكانيات جهاز Circuit Monitor - CM 3000/4000
لمراقبة الشبكات الكهربية

القراءات اللحظية فى الزمن الحقيقى :

- التيار (بكل فازة وخط التعادل والأرضى ومتوسط التيار للثلاث فازات) .
- الجهد (بين خطين وبين خط و خط التعادل) .
- القدرة الفعالة (بكل فازة و بالثلاث فازات) .
- القدرة الغير فعالة (بكل فازة و بالثلاث فازات) .
- القدرة الظاهرة (بكل فازة و بالثلاث فازات) .
- معامل القدرة (بكل فازة و متوسط المعامل للثلاث فازات) .
- الذبذبة .
- درجة الحرارة (للجو المحيط الداخلى) .
- التشوه الكلى بالتوافقيات (للتيار والجهد) .
- معامل K (لكل وجه) .

الـفـكـرة الأسـاسـيـة لـنـظـام PowerLogic

قـــراءات الـطـلـــب

- الطلب على التيار (القيمة اللحظية والقيمة القصوى بكل فازة) .
- متوسط معامل القدرة (الكلى للثلاث فازات) .
- الطلب على القدرة الفعالة (الكلى للثلاث فازات) .
- الطلب على القدرة الغير فعالة (الكلى للثلاث فازات) .
- الطلب على القدرة الظاهرة (الكلى للثلاث فازات) .
- قراءات التطابق .
- الطلب المتوقع .

قـــراءات الـطـاقـــة

- الطاقة المتراكمة (الفعالة) kW .
- الطاقة المتراكمة (الغير فعالة) kvar .
- الطاقة المتراكمة (الظاهرة) kVA .

قـــراءات معاملات تحليل الطاقة

- معامل القيمة القصوى (لكل فازة) .
- معامل K للطلب (لكل فازة) .
- معامل إزاحة القدرة (لكل وجه و المتوسط للثلاث فازات) .
- الجهد الأساسى بذبذبة ٥٠ هرتز (لكل فازة) .
- التيار الأساسى بذبذبة ٥٠ هرتز (لكل فازة) .
- القدرة الفعالة الأساسية بذبذبة ٥٠ هرتز (لكل فازة) .
- القدرة الغير فعالة الأساسية بذبذبة ٥٠ هرتز (لكل فازة) .
- القدرة للتوافقيات .
- عدم التوازن (للتيار و الجهد) .
- إتجاه دوران الأوجه .

Power monitoring units PM & CM

PM850

CM3000

Power monitoring units

Accuracy level	Voltage range (1)	Current range	Commu--nication	I/O	Memory	
class	Va.c.		ports		kbytes	**Ref.**
1	480	ext. CT	1	2 O	–	**PM700**
0.5 S	600	ext. CT	1	16 I/O	–	**PM810**
0.5 S	600	ext. CT	1	16 I/O	80/800	**PM820**
0.5 S	600	ext. CT	1	16 I/O	80/800	**PM850**
0.5 S	600	ext. CT	1	16 I/O	80/800	**PM870**
0.5 S	600	ext. CT	4	9 I/O	8000	**CM3000**
0.2 S	600	ext. CT	5	25 I/O	32000	**CM4000**

Communication and supervision

Ethernet ports Modbus TCP/IP	No. of devices	RS485 ports	RS232 ports	**Ref.**
10/100 base TX port	32	1	1	**EGX100**
10/100 base TX port + 100 base FX port (fiber optics)	64	2	1	**EGX400**

(1) Direct or external VT.