USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

ترشيد استهلاك الطاقة بمحطة مياه أشمون بالمنوفية

مشروع دعم قطاع مياه الشرب والصرف الصحي

ممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية

مايو 2010

تم إعداد هذا المستند بواسطة شركة كيمونكس إنترناشيونال ليُقدم للوكالة الأمريكية للتنمية الدولية

ترشيد استهلاك الطاقة بمحطة مياه أشمون بالمنوفية

مشروع دعم قطاع مياه الشرب والصرف الصحي

ممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية

Contract No. EPP-I-00-04-00020-00, Order No. 3

R-2010.02.15

قائمة المحتويات

الفصل الأول ٤
أعمال لجنة تحسين مُعامل القدرة والأجهزة المستخدمة في أعمال القياس والجدول الزمني لها ٤
الفصل الثاني ٩
تحليل النتائج والحسابات الخاصة بمكثفات تحسين مُعامل القدرة ٩
الفصل الثالث ٢٠
توصيات ٢٠
الملحق الأول ٢٣
منظومة القوي الكهربائية ٢٣
نظم التوزيع ٢٤
محطات التوزيع ٢٥
أنواع الأحمال وخصائصها ٢٩
خصائص الأحمال الكهربية ٢٩
تنوع الحمل : ٣٥
تغيرات الحمل ٣٧
مثلث القوى ٣٨
معامل القدرة ٣٨
تأثيرات معامل القدرة ٤٠
مميزات تحسين معامل القدرة ٤١
تصحيح معامل القدرة للمحركات الكهربية ٤٣
الملحق الثاني ٥١
القياسات التي تم تسجيلها بالموقع بالمنحنيات والإشكال والمخطط الخطي الكهربي للمحطة ٥١
الملحق الثالث ١٢٩
أجهزة القياس المستخدمة ١٢٩

ملخص تنفيذي

نظراً لأن عمليات تنقية مياه الشرب ومعالجة الصرف الصحي تعتبر من العمليات كثيفة الاستهلاك للطاقة المستخدمة فى التشغيل حيث تمثل تكلفة الطاقة حوالي (٣٠-٤٠%) من تكلفة التنقية أو المعالجة ، فقد بدأ مشروع دعم قطاع مياه الشرب والصرف الصحي عمل الدراسات اللازمة لترشيد معدلات استخدام الطاقة من أجل الوصول إلى خفض نفقات التشغيل وتحقيق رغبة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي في ترشيد استهلاك الكهرباء في محطات تنقية وإنتاج مياه الشرب .

وتقوم شركات توزيع الكهرباء بفرض غرامة قدرها ٠,٥% من إجمالي قيمة الفاتورة لكل ١% فى حالة نقص معامل القدرة الكهربية بالمحطات عن ٩٠% كما تعطى خصماً يعادل ٠,٥% من إجمالي قيمة الفاتورة لكل ١% زيادة عن ٩٢% حتى ٩٥% ، ولذلك فإن تحسين معامل القدرة يؤدى إلى تفادى الغرامة وإمكانية الحصول على وفر إضافي في قيمة استهلاك الكهرباء .

وقد تم تنفيذ الدراسة في إطار تدريبي ميداني لرفع قدرة بعض العاملين بالشركات التابعة والشركة القابضة لإجراء المهام اللازمة بأنفسهم مستقبلاً .

وكانت محطة مياه أشمون بشركة مياه الشرب والصرف الصحي بالمنوفية إحدى المحطات التي تم تنفيذ المهمة بها .

خطوات التنفيذ:

قام المشروع بالاستعانة باستشاري خارجي وتم تشكيل لجنة من المتخصصين بالمشروع لتنفيذ ما يلي:

١. ورشة عمل للمتدربين المعنيين بالأمر لشرح الأسلوب المستخدم في تلك المهمة .
٢. إجراء القياسات الكهربائية اللازمة لتحليل النظام الكهربي للمحطة فى حضور جميع المتدربين وتسجيل جميع العوامل المؤثرة على كفاءة النظام الكهربي بالمحطة باستخدام أحدث الأجهزة في هذا المجال بهدف إيجاد وسيلة لترشيد استخدام الطاقة بمحطة مياه أشمون .
٣. تدريب فريق من المهندسين نظرياً وعملياً ومساعدتهم على استخدام أجهزة القياس وفهم وتحليل العوامل المؤثرة في النظام الكهربي .
٤. عمل رسم تخطيطي للوحة الدخول العمومية وجميع لوحات التوزيع الفرعية والتي تقوم بتغذية الأعمال بالمحطة .

ملخص النتائج:

ملحوظة: يوجد بالمحطة عدد (٢) مغذى جهد متوسط (١١ كيلو فولت) وعن طريق لوحة جهد متوسط لتغذية محولين ٠,٣٨٠/١١ كيلو فولت ، (١٥٠٠ ك.ف.ا) وبواسطتهما يتم تغذية جميع الأحمال بالمحطة بجهد (٣٨٠ فولت) بحيث يتم تشغيل أحد المغذيين والآخر احتياطي وأحيانا يتم التبادل بينهما (وكان من الواضح أنه يتم تشغيل مغذٍ واحد فقط فى جميع الأحوال بالرغم من وجود قاطع منتصف فى لوحة الجهد المنخفض وذلك لأن المسئولين بالمحطة يفضلون تشغيل مغذى واحد فقط منعا للمخاطر الناجمة بسبب الخطأ في تداخل المغذيات) . ولذلك سوف يتم التعامل مع اللوحة أثناء تصميم مكثفات تحسين معامل القدرة كما لو كانت تحتوى على مغذٍ واحد فقط .

معامل القدرة الحالي: ٨٠%

معامل القدرة المفترض الوصول إليه: ٩٠%

مقدار الغرامة التي سوف يتم تفاديها = ٠,٥% X ١٠ = ٥% من قيمة فاتورة الكهرباء

متوسط القدرة الفعالة /ساعة: ٣٦٢,٣ كيلو وات/ساعة

متوسط القدرة الفعالة/ شهر: ٢٦٠٨٥٦ كيلو وات/شهر

مقدار ما سيتم توفيره سنوياً فى حالة تركيب وتشغيل لوحة تحسين معامل القدرة: حوالي ٣٩١٢٨,٥ جنيه . [(٢٦٠٨٥٦ × ١٢ ×٠,٢٥) × ٠,٠٥ = ٣٩١٢٨,٥ جنيه مصري] .

قيمة تكلفة لوحة تحسين معامل القدرة تتراوح بين ٤٠-٧٠ ألف جنيه ، وبالتالي فإن تكلفة اللوحة تعادل ما سيتم توفيره من قيمة استهلاك الكهرباء في سنة تقريباً ، ويوضح التقرير الفني تفاصيل جميع الإجراءات والقياسات التي تمت بهذه الدراسة .

الفصل الأول

أعمال لجنة تحسين مُعامل القدرة والأجهزة المستخدمة في أعمال القياس والجدول الزمني لها

يحتوي على:

- **أعمال لجنة تحسين معامل القدرة**
- **الجدول الزمني للأعمال**

عن المحطة:

تقع محطة أشمون في الجزء الجنوبي الغربي من محافظة المنوفية بقدرة إنتاجية قدرها ٤٠٠ لتر/ثانية .

أعمال لجنة تحسين معامل القدرة:

قامت لجنة من المتخصصين بتحليل النظام الكهربي للمحطة وتسجيل وتحليل جميع العوامل المؤثرة على كفاءة النظام الكهربي بالمحطة بهدف ايجاد وسيلة لترشيد استخدام الطاقة بالمحطة من خلال طرح حلول ممكنة للتنفيذ . كما قامت اللجنة بتدريب فريق من المهندسين نظريا وعمليا ومساعدتهم في فهم وتحليل العوامل المؤثرة في النظام الكهربي ، وقامت بعمل رسم تخطيطي للوحة الدخول العمومية وجميع لوحات التوزيع الفرعية والتي تقوم بتغذية الأحمال بالمحطة .

لوحة التوزيع العمومية في محطة مياه أشمون

الأجهزة المستخدمة في القياس

استخدمت اللجنة أحدث وأدق أجهزة القياس والتي تستطيع قياس كل عوامل النظام الكهربي وتسجيلها والاحتفاظ بها في ذاكرة داخلية مما يتيح الرجوع إليها كما يمكن توصيل الأجهزة على الكمبيوتر وتحليل هذه البيانات من خلال برنامج خاص بهذه الأجهزة (مدرج بالتقرير بيان بنوعية الأجهزة المستخدمة وبعض الصور) .

الجهاز المستخدم في القياس

الجدول الزمني للجنة

م	اليوم	التاريخ	المهمة المنفذة	ملاحظات
١	الأحد	٢٠١٠/٠١/٣١	– ورشة عمل لتدريب المهندسين والفنيين بمحطات المياه على ما يلي: ١- التوعية بأهمية وكيفية ترشيد الطاقة . ٢- فهم طبيعة الأحمال الموجودة بالمحطة . ٣- دراسة الأحمال الحثية والسعوية وتأثير كلا منهما على الشبكة الكهربية . ٤- فهم معامل القدرة الكهربية . ٥- كيفية استخدام المكثفات في تحسين معامل القدرة . – تركيب أجهزة القياس للتغذية العمومية .	
٢	الاثنين	٢٠١٠/٠٢/٠١	– دراسة طرق تحسين معامل القدرة .	
٣	الثلاثاء	٢٠١٠/٠٢/٠٢	– دراسة وتحليل البيانات والقراءات المأخوذة . من خلال أجهزة القياس . – دراسة تصميم لوحة لتحسين معامل القدرة بالمحطة و بيان كيفية تصميم الخطوة الثابتة والخطوات المتحركة لجهاز تحسين معامل القدرة .	
٤	الأربعاء	٢٠١٠/٠٢/٠٣	– تركيب أجهزة القياس وأخذ قراءات لكل الأحمال منفردة على حدة . – عمل المخطط التمثيلي لنظم القوي .	
٥	الخميس	٢٠١٠/٠٢/٠٤	– اختتام اعمال اللجنة وتوزيع توصيات واسطوانات مدمجة عن تحسين معامل القدرة	

الزمن المستخدم في القياس

تمت عملية القياسات للمحطة تحت ظروف التشغيل اليومية العادية وقد تم القياس على النحو التالي:

م	الأحمال المقاسة	زمن القياس
١	الدخول الرئيسي	٢٥ ساعة
٢	طلمبات المياه العكرة	٦ دقائق
٣	طلمبات الغسيل	٥ دقائق
٤	طلمبات المياه المرشحة ١	٨ دقائق
٥	طلمبات المياه المرشحة ٢	٩ دقائق
٦	طلمبات كسح الروبة	٨ دقائق
٧	ضاغط الهواء	٦ دقائق

وسبب اختيار هذه الأحمال دون غيرها يرجع إلى أن هذه الأحمال ذات قدرات عالية وتأثيرها كبير على النظام الكهربي بالمحطة غير أن هذه الأحمال هي الأكثر تشغيلا بالمحطة ولذلك فقد تم قياسها منفردة لمعرفة تأثير كل منها على حده وتحديد نسبة تأثر النظام الكهربي بكل حمل منفرد ومنها يمكن اتخاذ القرار بشأن المكان الأمثل لتركيب لوحة تحسين معامل القدرة إما لمغذى الدخول الرئيسي للمحطة أو تركيبها لحمل معين هو الأكثر تأثيرا على النظام من غيره .

هذا وسيأتي تباعاً نتائج القياسات التي تمت على المحطة فيما بعد .

الفصل الثاني

تحليل النتائج والحسابات الخاصة بمكثفات تحسين مُعامل القدرة

يحتوي على:

- **نتائج القياسات**
- **تحليل البيانات**
- **حساب المكثفات**

مقدمة :

يهدف هذا الفصل إلى تحليل نتائج القياسات للمحطة وايجاد مواطن الضعف والقصور بالنظام الكهربي ثم استنتاج طريقة لترشيد الطاقة وذلك عن طريق تحسين معامل القدرة ثم إيجاد المميزات العائدة على النظام الكهربي بعد تحسين معامل القدرة مثل تقليل الفقد في الطاقة وتحسين الجهد الكهربي ورفع كفاءة التغذية الكهربية بشكل عام. وجدير بالذكر ايضا أن تخفيض أو منع الغرامات المفروضة على المحطة من قبل شركة الكهرباء تنتج عن انخفاض معامل القدرة بعد تحسينه ورفعه إلى قيمة أعلى من ٠,٩.

نتائج القياسات

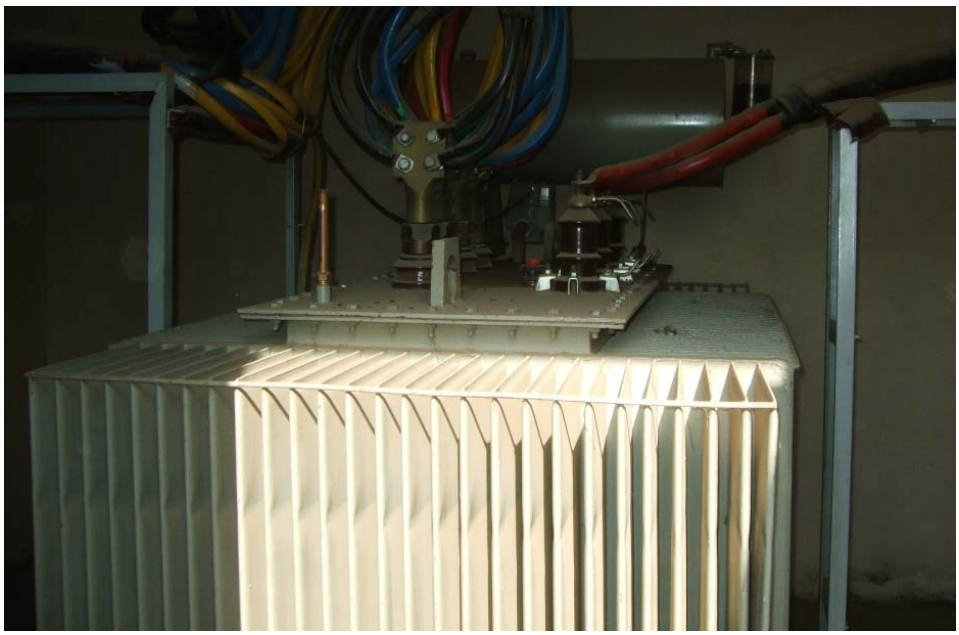
أولاً: الأحمال المنفردة

م	الحمل	البيانات طبقا للمصنع	القراءات طبقا لأجهزة القياس
١	طلمبة المياه العكرة	٢٥ حصان ٣٨٠ فولت ٣٩ أمبير ٥٠ هرتز ٠.٨٠ معامل قدرة	١٣,٥ كيلووات ١٤,٤ كيلوفار ١٩,٦ كيلوفولت أمبير ٠,٦٨ معامل قدرة
٢	طلمبة الغسيل	٧٥ حصان ٣٨٠ فولت ١٠٧ أمبير ٥٠ هرتز ٠,٨٤ معامل قدرة	٤٨ كيلووات ٣٧ كيلوفار ٦٠ كيلوفولت أمبير ٠,٧٩ معامل قدرة
٣	طلمبة المياه المرشحة ١	١٥٠ حصان ٣٨٠ فولت ١٩٨ أمبير ٥٠ هرتز ٠,٨٥ معامل قدرة	١٠٢,٥ كيلووات ٦١,٥ كيلوفار ١١٩ كيلوفولت أمبير ٠,٨٠ معامل قدرة
٤	طلمبة المياه المرشحة ٢	٧٥ حصان ٣٨٠ فولت ١٠٧ أمبير ٥٠ هرتز ٠,٩٢ معامل قدرة	٥٦,١ كيلووات ٢٥ كيلوفار ٦١,٥ كيلوفولت أمبير ٠,٩١ معامل قدرة
٥		٧٥ حصان ٣٨٠ فولت	٤٣,٥ كيلووات

	طلمبة الروبة	١٠٧ أمبير ٥٠ هرتز ٠,٩٢ معامل قدرة	٢٠,٧ كيلوفار ٤٨,١ كيلوفولت امبير ٠,٩ معامل قدرة
٦	ضاغط الهواء	٧٥ حصان ٣٨٠ فولت ١٠٧ أمبير ٥٠ هرتز ٠,٨ معامل قدرة	٤٣,٧ كيلووات ٥٢,٥ كيلوفار ٦٨,٢ كيلوفولت امبير ٠,٦٤ معامل قدرة

ثانياً: الدخول الرئيسي

متوسط القدرة الفعالة (كيلوواط)	متوسط القدرة غيرالفعالة (كيلوفار)	متوسط القدرة الظاهرية (كيلوفولت أمبير)	متوسط معامل القدرة
٣٦٢,٣	٢٥١,٧	٤٤١,٥	٠,٨

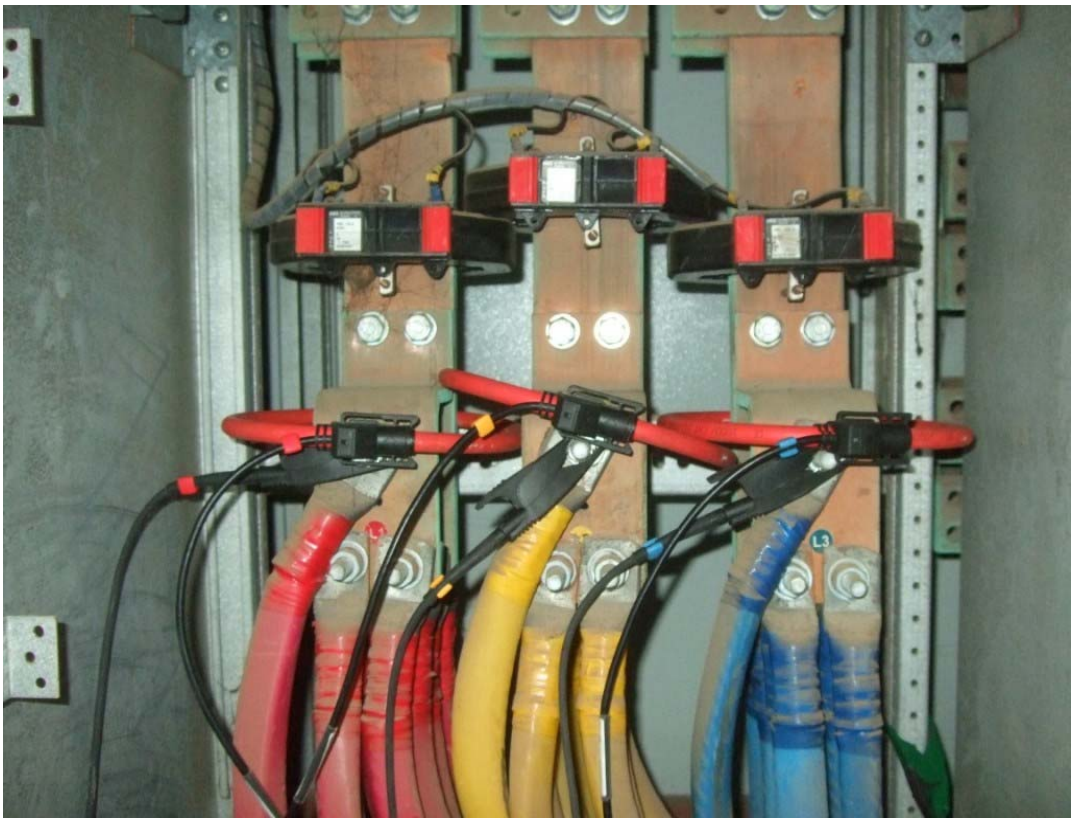


أحد المحولات العمومية بالمحطة

كابلات اللوحة العمومية

مولد القدرة الإحتياطي

لوحة دخول المولد العمومي



أطراف توصيل أجهزة القياس على الدخول العمومي

تحليل البيانات

- معامل القدرة الحقيقي يساوي ٠,٨٠
- معامل القدرة المطلوب يساوي ٠,٩٢
- القدرة الظاهرية تساوي ٤٤١,٥ كيلوفولت امبير
- القدرة غيرالفعالة تساوي ٢٥١,٧ كيلوفار
- القدرة الفعالة تساوي ٣٦٢,٣ كيلوواط

أولاً: حسابات المكثفات الثابتة المطلوبة

$$\mathbf{KVAR = KW\ (Tan\ \theta_1 - Tan\ \theta_2)}$$

حيث:

$\theta_1 = \cos^{-1} pf_1$ = Initial Power Factor Angle

$\theta 2 = \cos\text{-}1\ pf_2$ = Final Power Factor Angle

KVAR = 362.3 X 0.321 = **116.3 KVAR**

بإضافة (10– 20%) كمعامل أمان تكون المكثفات المطلوبة قدرة 116.3 x 1.2= **140 كيلوفار**

إذاً المكثفات المطلوبة للحصول على معامل قدرة ٠,٩٢ حوالي ١٤٠ كيلوفار

ثانياً: حسابات المكثفات للخطوات المطلوبة

يمكننا عمل ٦ خطوات كل خطوة ٢٥ كيلوفار

ملحوظة:

الحسابات السابقة طبقا للقياسات المأخوذة للأحمال بالمحطه خلال ٢٤ ساعة وفي حالة زيادة التحميل عن القيم المقاسة فان معامل القدرة لن يصل الي ٠,٩٢ كما هو مصصمم لكنه قد يصل إلى ٠.٩ على حسب الحمل الزائد .

ثالثاً: مكان وضع اللوحة

أفضل مكان لوضع لوحة تحسين معامل القدرة هو أن تكون بجانب الأحمال قدر المستطاع وبما أن الأحمال بالمحطة في أماكن مختلفة فيكون المكان الامثل لوضع اللوحة بجانب اللوحة العمومية .

رابعاً: حساب قدرة مفتاح اللوحة

I = 140000/ (380 x √3) = 213 A

إذاً يمكننا وضع مفتاح ثلاثي **250 أمبير**

خامسا: حساب الارتفاع في الجهد

% Voltage Rise = (Bank KVAR / KVA SC) X 100

حيث :

KVA SC = Transformer KVA / per unit transformer impedance

Per unit transformer impedance = 6.5%

Transformer KVA = 1500

% Voltage Rise = 0.6 %

إذاً الارتفاع في الجهد نتيجة لتحسين معامل القدرة تقريبا **٠,٦ %**

سادساً: حساب القدرة المحررة بعد التحسين

$KVA_{released} = \{(1- (PF_{initial} / PF_{corrected})\} KVA_{initial}$

$KVA_{released}$ = **195.6 kVA**

سابعاً: حساب تقليل الفاقد بعد التحسين

$$\% L.R = 100 - 100 (original\ pf / corrected\ pf)^2$$

$$\% L.R = 24.3\ \%$$

ثامناً: حساب المال السنوي المتوفر بعد التحسين

يتم تحديد سعر الكهرباء على أساس معامل قدرة ٠,٩ وفي حالة انخفاض متوسط معامل القدرة خلال سنة مالية كاملة عن ٠,٩ يزاد سعر الطاقة الكهربائية بمقدار ٠,٥ % لكل ٠.٠١ من انخفاض معامل القدرة عن ٠,٩ حتي يصل معامل القدرة إلى ٠,٧ وفي حالة انخفاض معامل القدرة عن ٠,٧ يزاد سعر الطاقة الكهربائية بمقدار ١% لكل ٠,٠١ من انخفاض معامل القدرة عن ٠,٧ على أن يلتزم المنتفع في هذه الحالة بتركيب الأجهزة اللازمة لتحسين معامل القدرة خلال ثلاثة شهور من تاريخ إخطاره، وفي حالة عدم تركيب أجهزة تحسين معامل القدرة خلال تلك المهلة يزاد سعر الطاقة الكهربية بمقدار ٢% لكل ٠,٠١ من انخفاض معامل القدرة عن ٠,٩ .

وبالنسبة للمحطة فمتوسط معامل القدرة هو ٠,٨ تكون الزيادة ١٠ X ٠,٥% = **٥%** من الفاتورة الإجمالية السنوية ، وهذه القيمة يمكن توفيرها عن طريق تحسين معامل القدرة بحيث لا يقل عن ٠,٩ .

تاسعاً: حساب سعر تقريبي للوحة

سعر اللوحة شاملاً التركيب وكابلات التوصيل ومفتاح الفصل العمومي ٤٠٠٠٠ جنيه

(فقط أربعون ألف جنيهاً مصرياً لاغير) مع ملاحظة أن سعر هذه اللوحة للوحات التى تعمل بالنظام التقليدى (منظم + متممات التشغيل) (Regulator + Contractors.)

بعض الصور عن المحطة

البلاور

لوحة توزيع مبني الغسيل

(ضاغط الهواء) الكومبرسور

لوحة توزيع مبنى المياه العكرة

طلمبات المياه العكره

الفصل الثالث

توصيات

يحتوي على:

- **ترشيد استخدام الطاقة**
- **توصيات لتحسين كفاءة النظام الكهربي بالمحطة**

ترشيد استخدام الطاقة

إن المفهوم العام لترشيد الطاقة يغطى معظم مناحى الحياة وسلوك الاستهلاك اليومى الفردى والجماعى ، ويشمل كافة المصادر الطبيعية والموارد الأساسية واستعمالات موارد الطاقة المختلفة وفى طليعتها الطاقة الكهربائية .

ولا يخفى على أحد اليوم أن الكهرباء تشكل العنصر الأساسي الأبرز وعصب الحياة في هذا العصر، ومع تزايد معدلات استهلاك الكهرباء وارتفاع التكاليف، ومع ما يصاحب هذا الإستهلاك من هدر ومصروفات باهظة تثقل كاهل الأفراد والمؤسسات والمصانع على حد سواء فقد ظهرت الحاجة إلى " الترشيد " فى الدول المتقدمة ليصبح له مفهوماً خاصاً وبرامج عملية وأساليب حديثة تطورت كثيراً خلال العقود الأخيرة وأثبتت فاعليتها وحققت فوائد عظيمة .

ويمكن تعريف الترشيد فى مجال استخدام الطاقه بأنه: الاستخدام الأمثل لموارد الطاقة الكهربية المتوفرة واللازمة لتشغيل المنشأة دون المساس براحة مستخدميها أو إنتاجيتهم أو المساس بكفاءة الأجهزة والمعدات المستخدمة فيها أو إنتاجها .

وجدير بالذكر ان الدولة تنفق الكثير لتأمين الطاقة الكهربية مهما اختلفت طرق التوليد، ويبقى ترشيد الاستهلاك مسئولية الفرد أولا لأنه هو المستهلك المباشر لها والإقتصاد فى استخدام الكهرباء منفعة عامة ومساهمتنا بالإقتصاد فى الكهرباء دليل وعى واهتمام ، فترشيد استخدام الكهرباء اليوم هو السبيل للحفاظ عليها غداً .

توصيات لتحسين كفاءة النظام الكهربي بالمحطة

<u>١- تركيب لوحة تحسين معامل القدرة</u>

تبين سابقاً من تحليل نتائج القياس أنه لابد من تركيب لوحة لتحسين معامل القدرة وذلك لرفع كفاءة التغذية الكهربية وتفادي دفع غرامات معامل القدرة المنخفض .

المواصفات الفنية للوحة تحسين معامل القدرة

1- Inductive and capacitive compensation

2- 20ms response time

3- Semiconductor switching

4- Each phase controlled separately

5- 32+2 step resolution

6- Automatic failure detection

7- Harmonic suppression

8- Remote monitoring

9- Correction tolerance +/- 2VAR

10- Insufficient compensation and over temperature alarm Relay

11- RS-485 MODBUS RTU

٢- استخدام تقنية التحكم بالثيرستور في لوحة تحسين معامل القدرة

ان استخدام تقنية التحكم بالثيرستور في لوحة تحسين معامل القدرة يحسن من أدائها وسرعة استجابتها للتغير في الأحمال علاوة على دقتها الفائقة في التحسين وحفاظها على العمر الإفتراضي للمكثفات مما يجعلها الأفضل على الإطلاق بدلاً من استخدام تقنية الكونتاكتورات والتي تؤدي في أغلب الأحيان إلى حدوث شرارة واحتراق اللوحة أحيانا. ويتراوح سعر هذه اللوحة بالنسبة للمطلوب لمحطة أشمون حوالي (٧٠٠٠٠ جنيها) سبعون ألف جنيها لا غير.

٣- الصيانة الدورية للوحة تحسين معامل القدرة

إن الصيانة الدورية للوحة تحسين معامل القدرة تحميها من حدوث الأعطال وتقلل نسبة حدوثها .

الملحق الأول

منظومة القوي الكهربائية

يحتوي علي:

- **نظم التوزيع**
- **محطات التوزيع**
- **أنواع الأحمال وخصائصها**
- **مثلث القوي**
- **مُعامل القدرة**
- **تأثيرات مُعامل القدرة**
- **مميزات تحسين مُعامل القدرة**
- **تصحيح مُعامل القدرة للمحركات الكهربية**

مقدمة

إن منظومة القوي الكهربائية من المنظومات عالية التعقيد وتتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية وهي :

١. محطات التوليد Generation Plant
٢. خطوط النقل Transmission lines
٣. منظومة التوزيع Distribution system

وتنقسم منظومة التوزيع إلى قسمين منظومة التوزيع الأولية ومنظومة التوزيع الثانوية . ومنظومة التوزيع الأولية هي التي تنقل القدرة من المحطات الفرعية للتوزيع إلى محولات التوزيع أما منظومة التوزيع الثانوية فهي التي تنقل القدرة من محولات التوزيع إلى المستهلكين . ويبين الشكل منظومة القوي الكهربية ، ويمكن القول بأن نصيب منظومة التوزيع الكهربية من إجمالي رأس المال لمنظومة القوى الكهربية يبلغ حوالى ٥٠% .وذلك يجب العناية بمنظومة التوزيع من ناحية التصميم والإنشاء والتشغيل والصيانة .

نظم التوزيع Distribution Systems

يمكن القول بأن منظومة التوزيع هي جزء هام من منظومة القوي الكهربائية وهي الرابط بين القدرة المتولدة والمستهلكين للطاقة وتحتوي منظومة التوزيع الكهربائية على العناصر الآتية:

١. خطوط ما دون النقل Sub transmission
٢. محطات فرعية للتوزيع Distribution Substation
٣. المغذيات الأولية Primary feeders
٤. محولات التوزيع Distribution transformers
٥. المغذيات الثانوية Secondary circuits
٦. خدمة المستهلكين Service drops

محطات التوزيع Distribution Substations

يعتمد تصميم محطات التوزيع على الخبرات السابقة في تصميم المحطات، ويتم تصميم الشكل العام للمحطات في نموذج قياسي موحد. ولتوضيح بعض النماذج القياسية للمحطات تبين الأشكال التالية محطة توزيع مكونة من محولين كهربيين .

وتتكون المحطة الفرعية مما يأتي:

١. محول قدرة Power transformers

٢. قواطع Circuit breakers

٣. مفاتيح فصل Disconnecting Switches

٤. قضبان توزيع وعوازل Station buses and insulators

٥. ممانعة حثية للحد من التيار Current Limiting reactors

٦. ممانعة حثية على التوازي Shunt reactors

٧. محول تيار Current transformers

٨. محول جهد Potential transformers

٩. محول جهد سعودي Capacitor voltage transformers

١٠. مكثفات ربط Coupling Capacitors

١١. مكثف توالي Series Capacitors

١٢. مكثف توازي Shunt Capacitors

١٣. مانعة صواعق Lighting arresters

١٤. مرحلات Protective relays

١٥. مجموعه من البطاريات Station batteries

١٦. نظام التأريض Earthling System

١٧. أجهزه قياس Electrical instruments

١٨. مصيدة خطوط Line traps

١٩. بعض الأجهزة الأخرى

محول رفع الجهد

محول توزيع

محول توزيع

محطة توليد الكهرباء

أنواع الأحمال وخصائصها

مقدمة

تمر مرحلة التصميم الأولية لأي شبكة كهربائية بتقدير الأحمال الكهربائية على هذه الشبكة وذلك لتحديد الحمل الكلي تمهيداً لمعرفة كيفية تغذية هذه الأحمال كهربياً . وبصفة عامة يمكن تقسيم الأحمال الكهربائية التي تغذيها شبكات التوزيع إلي الأنواع الآتية:

١- الأحمال الكهربية لأنظمة الإنارة العامة .

٢- الأحمال السكنية: وتشمل الإضاءة والسخانات وأجهزة التكيف والثلاجات .....إلخ .

٣- الأحمال التجارية : وتشمل المطارات والمستشفيات والمباني الحكومية والمسارح والملاعب والفنادق والموانى .....إلخ .

٤- الأحمال الصناعية: الأحمال الصناعية هي أحمال مركبة وتكون المحركات الحثية النسبة الأكبر من الحمل الكلي للنظام الكهربي .

خصائص الأحمال الكهربية

<u>الطلب على المنظومة:</u>

هو متوسط الحمل الكهربي على المنظومة الكهربية خلال فترة زمنية محددة . ويمكن التعبير عن الطلب على المنظومة الكهربية بالقدرة الظاهرية المطلوبة أو بالقدرة الفعالة للأحمال الكهربية أو بالتيار الكلي للأحمال . ويفضل استخدام القدرة الظاهرية للأحمال بدلاً من استخدام القدرة الفعالة لأن استخدام القدرة الفعالة يتطلب معرفة مُعامل القدرة . ومن المفيد جدا معرفة منحني الحمل اليومي وهو يمثل تغير الأحمال الكهربائية خلال ٢٤ ساعة لليوم . ومن المفيد هنا ذكر أن الطلب لأي حمل يختلف عن تقدير قيمة الحمل حيث إن الحمل هو القيمة المقننة للحمل والموجودة على اللوحة الرئيسية للحمل .

متوسط الطلب:

ويعرف بأنه متوسط القدرة لحمل خلال فترة زمنية محددة ويمكن حساب متوسط الطلب اليومي أو الشهري أو السنوي .

ويعطي متوسط الطلب بالعلاقة الآتية:

متوسط القدرة = (الطاقة المستهلكة في فترة زمنية)/(عدد ساعات الفترة الزمنية)

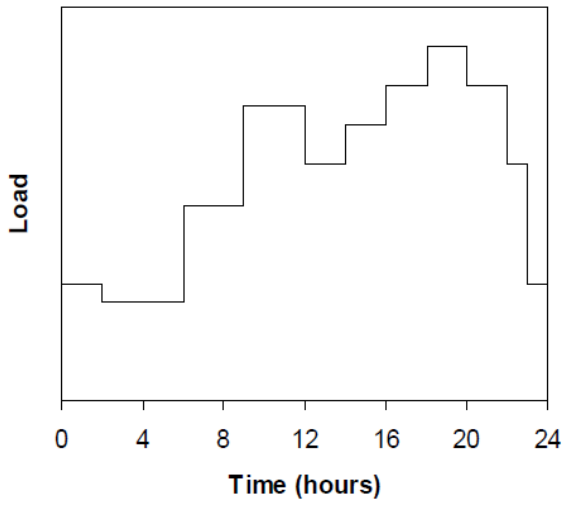
أقصي قيمة للطلب :

ويعرف بأنه أكبر قيمة للحمل خلال ٢٤ ساعة وتسمى الحمل الأقصى . ومن المعلوم أن أقصى طلب ليس أكبر طلب لحظي ولكن أكبر متوسط طلب قدرة يحدث خلال أي فترة زمنية صغيرة مثلا دقيقة واحدة ، ١٥ دقيقة ، ٣٠ دقيقة من دورة الحمل . ويتراوح الفاصل الزمني في الغالب لأقصي طلب بين ١٥ و ٣٠ دقيقة حول اللحظة التي يبلغ عندها الطلب أقصي قيمة له .

ومن الضروري معرفة النقاط التالية لتحديد أقصى طلب:

١- تحديد دورة الحمل تحت الدراسة .
٢- تحديد فترة أقصى طلب مطلوب حسابه .
٣- الطريقة المستخدمة لحساب متوسط الطلب خلال فترة زمنية .

ويستخدم أقصي طلب محسوب لتقدير سعة الشبكات وبالتالي التكلفة المطلوبة لتغذية شبكة أو جزء من شبكة . ومن الأسباب الرئيسية الهامة لاستخدام قيم أقصى طلب أن أغلب المعدات والأجهزة الكهربائية تصمم بحيث تتحمل ١٠٠% إلى ١٢٠% زيادة حمل لفترة محدودة بدون حدوث أية آثار جانبية عكسية.



منحنى الحمل اليومي

عامل الطلب

عامل الطلب على المنظومة الكهربية: هو النسبة بين أقصى طلب للمنظومة الكهربية والأحمال على المنظومة الكهربية . والأحمال على المنظومة الكهربية هي مجموع الأحمال المقننة لجميع المعدات والأجهزة التي تغذي بالمنظومة الكهربية . ولابد من ملاحظة أن توصيل الأحمال بالمنظومة الكهربية لا يعني أن كل الأحمال تعمل في نفس الوقت أو خلال نفس الفترة الزمنية لذلك فإن معامل الطلب دائماً أقل من الواحد .

ويكون الغرض من معرفة عامل الطلب هو تقدير حصة الحمل الكلي الموصل والمطلوب تغذيته في نفس الوقت . وعادة ما يكون أقصى حمل لمجموعة من الأحمال أقل من مجموع قدرات الأحمال ويرجع هذا إلى ما يلي:

١- اختيار سعة المعدات الكهربية أكبر من المطلوب الفعلي وذلك للتغلب على بعض حالات زيادة الحمل .
٢- نادراً ما يكون عمل مجموعة الأحمال عند أقصى حمل في نفس الوقت .

مثال: منزل يحتوي على المصابيح الآتية:

٣ مصابيح قدرة ٦٠ وات و١٠ مصابيح قدرة ٤٠ وات و٤ مصابيح قدرة ١٠٠ وات و٥ مصابيح قدرة ١٠ وات

بفرض أن عداد الطلب يشير خلال ٣٠ دقيقة لقيمة أقصي ٦٥٠ وات حسب عامل الطلب .

الحل

الحمل الكلي لمصابيح الإضاءة = ٣x٦٠+١٠x٤٠+٤x١٠٠+٥x١٠= ١٠٣٠وات

أقصي طلب خلال ٣٠ دقيقه هو ٦٥٠وات

عامل الطلب = ١٠٣٠/٦٥٠=٠,٦٣١=٦٣,١%

عامل الحمل :

عامل الحمل هو النسبة بين متوسط الحمل وأقصى حمل خلال فتره زمنية محددة ويمكن حسابه طبقاً للمعادلة الآتية:

عامل الحمل=الطاقة الفعلية المستهلكة (KWh)/ [أقصي طلب (KW)xالفترة الزمنية(hr)]

يخضع عامل الحمل السنوي لمحطات التوليد للمعادلات التالية:

عامل الحمل السنوي = عدد الوحدات العاملة في السنة / أقصي عدد وحدات يمكن ان تعمل

عامل الحمل السنوي = عدد الوحدات العاملة في السنة / (أقصي طلب قدرة x ٨٧٦٠)

عامل الحمل الشهري = عدد الوحدات العامة في الشهر / (أقصي طلب قدرة x ٢٤ x٣٠)

بينما يخضع عامل الحمل لمعدات المستهلك للمعادلات الآتية:

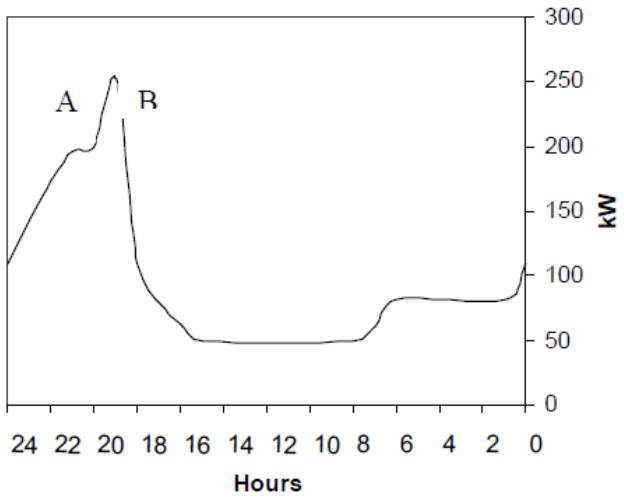
عامل الحمل السنوي = عدد الوحدات المستهلكة في السنة / (أقصي طلب x ٨٧٦٠)

عامل الحمل الشهري =عدد الوحدات المستهلكة في الشهر / (أقصي طلب x ٢٤x٣٠)

عامل الحمل اليومي =عدد الوحدات العامة في اليوم / (أقصي طلب x ٢٤)

عموماً فإن عامل الحمل يساوي النسبة بين متوسط القدرة إلي أقصى طلب في سنة أو شهر أو يوم .

مثال: يوضح الشكل منحني حمل خلال يوم . احسب الحمل اليومي .



منحني حمل خلال يوم

الحل

بأخذ قراءة القدرة المقابلة لكل ساعة ويقسم مجموعها على ٢٤ ساعة نحصل على:

متوسط القدرة= ٩٧,٥ كيلو وات .

أقصي طلب خلال ٣٠ دقيقة في الفترة AB=٢٧٠ كيلو وات .

عامل الحمل اليومي =٢٧٠/٩٧,٥=٣٦,١%

عامل التوقيت:

ويسمي أيضاً عامل التطابق . من الضروري معرفة قيمه أقصى قدرة منقولة في كل أفرع الشبكة الكهربية وذلك للحصول على تصميم جيد لشبكة التوزيع . وحيث إن أقصى حمل لأي فرع بالشبكة الكهربية ليس بالضرورة حدوثه في نفس لحظه حدوث الحمل الأقصى في الأفرع الباقية لشبكه التوزيع لذا فإنه عادة ما يكون أقصى حمل كلي لمصدر التغذية أقل من مجموع أقصي حمل لجميع الأحمال الفردية المغذاة من هذا المصدر . ومن المهم والضروري جدا أن يؤخذ هذا التنوع أو التباين في الاعتبار عند تصميم الشبكات الكهربية . ويقيس عامل التوقيت تنوع الأحمال (load diversity) ويعرف كالآتي:

عامل التواقت = أقصي حمل كلي/مجموع أقصي حمل في كل أفرع الشبكة

كذلك يعرف عامل التواقت بأنه مقلوب عامل التباين أي أن:

عامل التواقت = ١/عامل التباين

ويكون عامل التواقت أقل من الواحد الصحيح أو يساوي الواحد إذا كانت الأحمال القصوى لجميع أفرع الشبكة متزامنة .

عامل التباين :

عامل التباين هو النسبة بين مجموع أقصى طلب لكل حمل من الأحمال والطلب الأقصى للحمل الكلي . بفرض أن P_n..... P1, P2, P3 هم الطلب الأقصى للأحمال و P_S هو الطلب الأقصى للحمل الكلي فإن عامل التباين لمجموع هذه الأحمال هو:

عامل التباين = $(P_1, P_2, P_3 ..... P_n) / P_S$

من الواضح من المعادلة السابقة أن معامل التباين أكبر من الواحد ويساوي الواحد فقط في حال تكون جميع الطلبات القصوى للأحمال متزامنة .

مثال: إذا كانت القيم التي تم قياسها على عدادات أقصى طلب للأحمال هي:
٦٢٠,٥٠٤,٤٣٥,٣٨٠,١٦٠,٥٩٥ وات على التوالي وان عداد أقصى طلب على مصدر التغذية سجل القيمة ٩٠٠ وات وذلك نتيجة أن الطلب الأقصى لكل حمل لا يحدث في نفس وقت الطلب الأقصى لباقي الأحمال . احسب عامل التباين .

الحل

مجموع الطلب الأقصى للأحمال =٦٢٠+٥٠٤+٤٣٥+٣٨٠+١٦٠+٥٩٥=٢٦٩٤w

عامل التباين = ٢٦٩٤/٩٠٠=٢,٩٩

عامل السعة :

أو عامل النفع أو عامل الوحدة الصناعية وهو النسبة بين الطاقة الفعلية الكلية المنتجة أو المستخدمة لفترة زمنية مخصصة وأقصى طاقة مقننة للوحدة الصناعية والتي تعمل عندها بصفة مستمرة .

عامل الوحدة الصناعية السنوي = الطاقة الحقيقية المولدة سنوياً / أقصي طاقة للوحدة الصناعية

تنوع الحمل :
هو الفرق بين مجموع أقصى حمل لعدد من الأحمال الفردية وبين ذروة الحمل الكلي أي أن:

تنوع الحمل = مجموع أقصي طلب للأحمال – أقصى طلب للحمل الكلي

مثال توضيحي: يبين الشكل منحني الحمل اليومي لأحمال صناعية وأخرى سكنية كذلك الحمل اليومي الكلي تغذي من شبكة كهربية . احسب

١- عامل التباين ٢- تنوع الحمل ٣- عامل التطابق

الحل

من الشكل نجد أن:

- الأحمال الصناعية: الحمل الأقصىKW ٢٠٠٠ عند الساعة ٥ مساءًا .
- الأحمال السكنية: الحمل الأقصى KW ٢٠٠٠ عند الساعة ٩ مساءًا .
- للشبكة: الحمل الأقصى KW ٣٠٠٠ عند الساعة ٦,٥مساءًا .

١- عامل التباين = مجموع أقصى طلب/أقصى طلب للشبكة

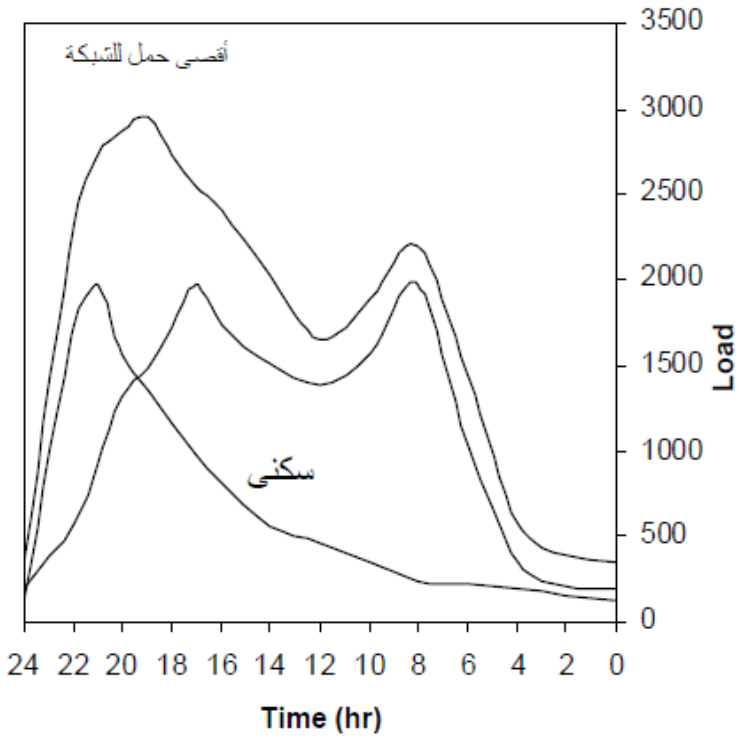
= (٢٠٠٠+٢٠٠٠)/٣٠٠٠ = ١,٣٣

٢- تنوع الحمل = مجموع أقصي طلب للحمل الصناعي والسكني – أقصي طلب للشبكة

= (٢٠٠٠+ ٢٠٠٠) – ٣٠٠٠ = ١٠٠٠ كيلووات

٣- عامل التطابق = ١ / عامل التباين

= ١ / ١,٣٣ = ٠,٧٥٢



منحني الحمل اليومي للشبكة

خصائص الأحمال

يمتاز كل حمل في الشبكة الكهربية بخصائص معينة ، أي أن الحمل يتغير بطريقة معينة على مدى اليوم وخلال السنة . وتعتمد التغيرات في الأحمال على عوامل مختلفة تُصنف كالآتي:

١- عوامل التقنيات الكهربية .

٢- عوامل المناخ وحالة الجو .

٣- عوامل العادات الفردية منها ساعات العمل وحجم العائلة في الأحمال السكنية .

وأحيانا تُصنف على أنها:

١- عوامل مباشرة .
٢- عوامل غير مباشرة .

تغيرات الحمل

من المهم جداً معرفة منحنيات الأحمال لكل مستهلك والتي تستخدم لتصميم الشبكات وعمليات التشغيل . وتصنف منحيات الأحمال إلى:

١- منحنيات الحمل اليومي .
٢- منحنيات الحمل السنوي .

ولحساب أحمال مفردة ومتنوعة فإنه يلزم استخدام منحنيات الأحمال لتصنيف الأحمال المختلفة ثم تضاف المنحنيات معا للحصول على منحنى حمل متنوع . ومعني ذلك انه يلزم إجراء ثلاث خطوات هي:

- قياس الأحمال المختلفة .
- تحليل الأحمال .
- التنبؤ بقيمة طلب الحمل من منحنيات الأحمال .

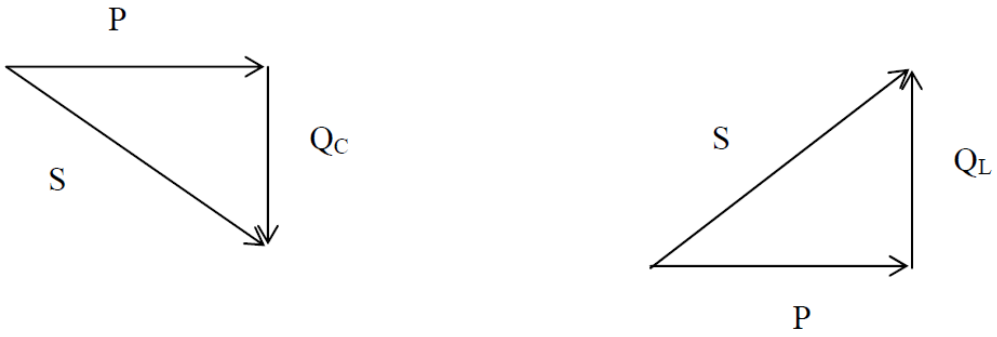
مثلث القوى

يمكن كتابة العلاقة بين الكميات الثلاث، وهي القدرة الفعالة والقدرة المفاعلة والقدرة الظاهرية بالعلاقة الاتجاهية الآتية:

$$S = P + J\,Q$$

للحمل الحثي يمكن كتابة متجه القدرة الظاهرية كالتالي :

$$S = P + JQ_L$$



مخطط القوي لحمل حثي مخطط القوي لحمل سعوي

عندما تحتوى الدائرة على كل من العناصر الحثية والسعوية فإن القدرة غير الفعالة لمثلث القوى تتحدد بالفرق بين القدرة غير الفعالة لكلا منهم .

معامل القدرة

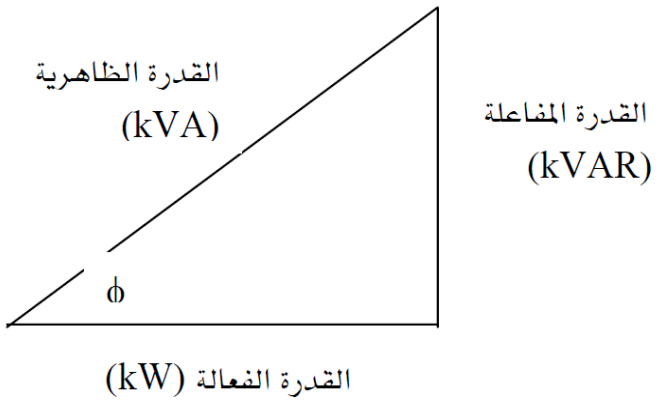
معامل القدرة هو النسبة بين القدرة الفعالة والتي تستهلك فعلا بالأحمال وتقاس بالكيلو وات والقدرة الكلية ولتى تسمى القدرة الظاهرية وتقاس بالكيلو فولت أمبير. القدرة الفعالة هي التي تنجز العمل الحقيقي مثل إنتاج الحرارة الضوء والحركة ..... الخ. القدرة غير الفعالة هى التي تساعد على وجود المجال الكهرومغناطيسى وتقاس بالكيلو فولت أمبير(KVAR) .

القدرة الكلية وتسمى القدرة الظاهرية وهى مزيج من القدرة الفعالة والقدرة غير الفعالة وتقاس بالكيلو فولت أمبير(KVA) .

معامل القدرة = COS φ = القدرة الفعالة / القدرة الكلية

$$\text{Cos } \varphi = P / S$$

ويقيس معامل القدرة فعالية نظام القدرة الكهربي المستخدم ويعنى معامل القدرة العالية أن النظام الكهربي يستخدم بفعالية كبيرة بينما معامل القدرة المنخفض يشير إلى الاستخدام السيئ للنظام الكهربي . عندما يكون معامل القدرة مساويًا الواحد فإن ذلك يعنى أن كل القدرة المنتجة بواسطة النظام الكهربي تستهلك لإنتاج العمل الفعال على الجانب الآخر فإن المعدات المفاعلة هي المعدات التي تستخدم الملفات الحثية أو المكثفات مثل المحركات الكهربية والمحولات ..... الخ .



مثلث القوي

وهناك نسبة كبيرة من الآلات الكهربائية المستخدمة في الصناعة لها معامل قدرة منخفض . وأي منشأة صناعية تحتوى على أنواع المعدات والآلات الكهربائية الآتية يكون لها معامل قدرة منخفض والتي تتطلب خطوات لتحسين معامل القدرة .

١- كل أنواع المحركات الحثية والتي تمثل معظم الأحمال الصناعية .

٢- ثيراستور القوي والذي يستخدم للتحكم في محركات التيار المستمر والعمليات الكهروكيميائية .

٣- محولات القوي ومنظمات الجهد .

٤- آلات اللحام الكهربي .

٥- أفران القوس الكهربي والأفران الحثية .

٦- الملفات الخانقة والأنظمة المغناطيسية .

٧- كشافات الفلورسنت والنيون .

تأثيرات معامل القدرة

١- **سعة النظام الكهربي:** الكيلوفولت امبير هي القدرة الكلية المتاحة بالنظام الكهربي .

القدرة الفعالة = حاصل ضرب القدرة الكلية في معامل القدرة .

يعني معامل القدرة العالي زيادة سعة النظام الكهربي المتاح ومع زيادة سعة النظام الكهربي يصبح الجهد أكثر استقرارا عند توصيل وفصل الأحمال الكهربية وكذلك يمكن إضافة أحمال أكثر للنظام الكهربي عند الحاجة .

٢- **فواقد النظام الكهربي:** مع معامل القدرة العالي فان التيار الكهربي المطلوب للحمل يصبح اقل وبالتالي فان القدرة المفقودة تقل وبالتالي يقل الارتفاع في درجة حرارة الأجهزة مثل الكابلات والمحولات وقضبان التوزيع مما يزيد من العمر الافتراضي للأجهزة .

٣- **تكاليف شركات الكهرباء:** يجب أن يكون معامل القدرة لنظام التوزيع الكهربي عالي وذلك لزيادة كفاءة النظام الكهربي والاستفادة القصوى بالقدرة المولدة . لذلك فإن شركات الكهرباء تفرض غرامة مُعامل قدرة على المستهلك وتطالبه بالمحافظة على مستوى لا يقل عن ٩٠% لتجنب فرض الغرامة .

٤- **خطوط النقل الكهربي:** يزداد التيار المار في خط النقل الكهربي عندما يقل معامل القدرة الكهربية وذلك بتثبيت القدرة الكهربية الفعالة المنقولة على الخط الكهربي وبذلك لابد من زيادة مساحة مقطع موصلات خط النقل مما يتسبب في زيادة تكاليف الخط . وأيضاً تزداد فواقد خط النقل بزيادة التيار الكهربي مما يقلل من كفاءة خط النقل وكذلك يتسبب ارتفاع التيار في زيادة انخفاض الجهد على الخط .

٥- **التأثير على المحولات الكهربية:** تقل سعة المحول للقدرة الفعالة مع مُعامل القدرة المنخفض ويزداد الجهد بداخله .

٦- **التأثير على القواطع وقضبان التوزيع:** لابد من زيادة مساحة مقطع قضبان التوزيع وكذلك مساحة سطح التلامس للقواطع الكهربية عند نفس قيمة القدرة الكهربية المنقولة عند معامل القدرة المنخفض.

٧- **التأثير على المولدة الكهربية:** تقل سعة القدرة الظاهرية مع معامل القدرة المنخفض وكذلك سعة القدرة الفعالة للمولدات وتزداد القدرة المعطاة بواسطة المثير ويزداد الفقد في الملفات النحاسية للمولد وتقل مع ذلك كفاءة المولد .

٨- **التأثير على المحرك المبدئي للمولد:** بانخفاض معامل القدرة الكهربي يطلب من المولد المزيد من القدرة غير الفعالة ولكن كمية معينة من الطاقة مطلوبة لإنتاج القدرة غير الفعالة ، وتستمد هذه الطاقة من المحرك المبدئي للمولد أي أن جزء من سعة المحرك المبدئي تكون عاطلة . لذلك فالعمل عند معامل قدرة منخفض يقلل من كفاءة المحرك المبدئي للمولد .

مميزات تحسين معامل القدرة

عند عمل الشبكات الكهربية بمعامل قدرة منخفض تزداد التكاليف الرئيسية لمحطات التوليد وأنظمة النقل والتوزيع الكهربي ولذلك فمن المستحسن للمستهلك والمغذي أن تعمل الشبكات الكهربية عند معامل قدرة مرتفع. و تلخص النقاط التالية فوائد تحسين معامل القدرة:

١. الاستخدام الأفضل لسعة القدرة الفعالة للمحرك المبدئي للمولد .

٢. زيادة سعة القدرة الفعالة للمولد الكهربي .

٣. زيادة سعة القدرة الفعالة للمحول الكهربي .

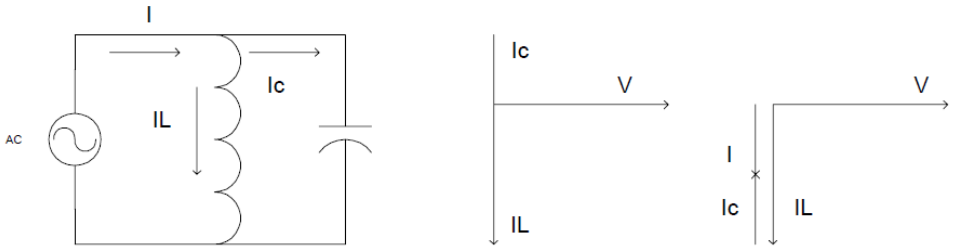
٤. زيادة كفاءة كل الوحدات بالشبكة الكهربية .

٥. تقليل تكاليف الوحدات بالشبكة .

٦. تحسين تنظيم الجهد على خطوط النقل الكهربي .

تحسين مُعامل القدرة

للحصول على أفضل ميزة اقتصادية من القدرة الكهربائية فإن كلا من محطات التوليد وأماكن الاستهلاك لابد أن تعمل بكفاءة عاليه . ولتحقيق ذلك فمن الضروري أن يكون معامل القدرة عالي للنظام الكهربي . ومعظم الأحمال في أنظمة التوزيع الكهربي الحديثة أحمال حثيه مما يعني إنها تحتاج لمجال كهرومغناطيسى لعملها . وأبسط الطرق لتحسين مُعامل القدرة هى إضافة مكثفات تحسين معامل القدرة لمحطة التوزيع الكهربي . وتعمل مكثفات القوى كمولدات تيار غير فعال . وبإضافة تيار المكثفات غير الفعال سيقل التيار الكلى للنظام الكهربي . ولدراسة كيفية تحسين معامل القدرة في الدوائر الحثية نضع مكثفات على التوازي مع ملف يغذى من مصدر كهربي .



وضع مكثف على التوازي مع ملف

التيار الأولى بالدائرة قبل توصيل المكثف هو I_L ويتأخر عن جهد المصدر بزاوية ٩٠ وهو التيار الكلى المسحوب من المصدر وعند وضع المكثف على التوازى مع الملف فإنه يسحب تيارا سعويا مقداره I_C يتقدم عن جهد المصدر بزاوية مقدارها ٩٠ درجه وفي هذه الحالة يكون التيار الكلى المسحوب من المصدر هو مجموع التيار في الملف والمكثف:

$$I = I_L - I_C$$

والإشارة السالبة تعنى أن I_C على ١٨٠ درجه من I_L فإن القدرة غير الفعالة الكلية في هذه الحالة تساوى:

$$Q = V\,(I_L - I_C) = Q_L - Q_C$$

وبإلقاء نظرة عامة على القدرة غير الفعالة الكلية نجد أن جزءاً من القدرة غير الفعالة الحثية قد تم تعادلها بالقدرة غير الفعالة السعوية مما يقلل من القدرة غير الفعالة الكلية المطلوبة من المصدر . ويؤدي هذا التقليل من القدرة غير الفعالة المطلوبة إلى تحسين معامل القدرة الكلية للدائرة .

وتعتبر المكثفات من أكثر الأجهزة المستخدمة في تحسين معامل القدرة وتصنع مكثفات القدرة بأشكال وأحجام مختلفة .

تصحيح معامل القدرة للمحركات الكهربية

تستخدم المكثفات في عمليات تحسين معامل القدرة للدوائر الكهربية التي تحتوى على محركات حثية كوسيلة لتقليل المركبة الحثية للتيار ولذلك يقل الفقد في مصدر التغذية الكهربي ولكن يجب ألا يؤثر هذا على تشغيل المحرك نفسه .

المحركات الحثيه تسحب تيار من المصدر مكون من مركبتين احدهما مركبه حثية و الأخرى مركبه مقاومات وهما:

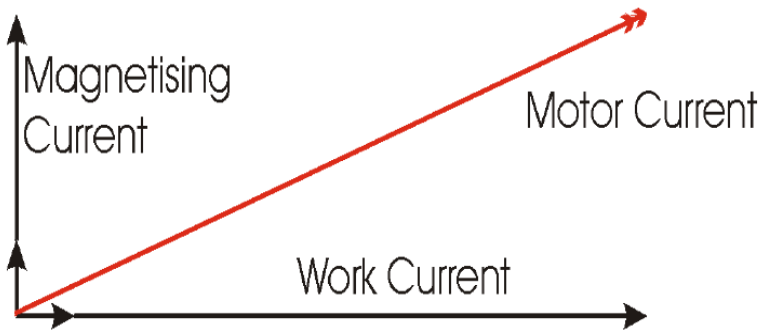
١- تيار الحمل .

٢- تيار الفقد .

ومكونات المركبة الحثية هي:

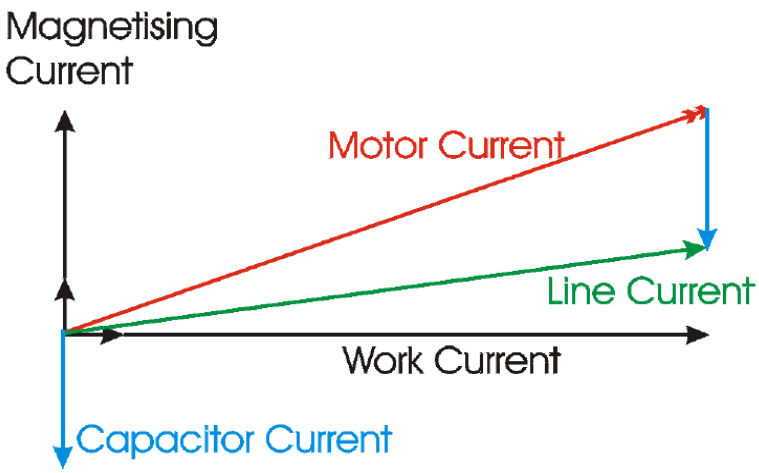
٣- مفاعلة الفيض المتسرب (leakage reactance) .

٤- تيار التمغنط (magnetizing current) .



يعتمد التيار خلال مفاعلة الفيض المتسرب على قيمة التيار الكلى المسحوب بواسطة المحرك ولكن تيار التمغنط لا يعتمد على الحمل الموجود على المحرك . تتراوح قيمة تيار التمغنط بين ٢٠% الى ٦٠% من القيمة المقننة للحمل الكامل للمحرك . تيار التمغنط هو التيار المطلوب لتثبيت الفيض المغناطيسي فى الحديد وهو هام جدا لعمل المحرك . ولا يساهم تيار التمغنط في العمل الحقيقى الناتج من المحرك .
ويعتبر تيار التمغنط ومفاعلة الفيض المتسرب مركبات حاملة للتيار الكهربي وهما لا يؤثران على القدرة المسحوبة بواسطة المحرك ولكن يساهمان فى القدرة المفقودة فى مصدر التغذية ونظام التوزيع الكهربي.
على سبيل المثال، محرك يسحب تيار مقداره ١٠٠ أمبير بمعامل قدرة مقداره ٠,٧٥ ومركبة المقاومات للتيار هى ٧٥ أمبير فما هي قيمة الطاقة الكهربية المقاسة للمحرك. وينتج عن القيمة العالية للتيار الكهربي زيادة في مفقودات التوزيع الكهربي بمقدار (١٠٠x١٠٠)/(٧٥x٧٥)وهى تساوى ١,٧٧٧ او ٧٨% زيادة في مفقودات مصدر التغذية الكهربي. في إطار الاهتمام بتقليل الفقد في نظم التوزيع الكهربي تضاف معدات لتحسين مُعامل القدرة وذلك لمعادلة الجزء الخاص بتيار التمغنط للمحرك. ويقع مُعامل القدرة المصحح بين ٠,٩٢ إلى ٠,٩٥ . وتحث بعض شركات التوزيع الكهربى على استخدام معامل قدرة أفضل من ٠,٩ بينما تعاقب بعض الشركات المستهلكين ذوي معامل القدرة المنخفض .
هناك عدة طرق للمعايرة ولكن النتيجة النهائية لخفض الطاقة المفقودة في نظم التوزيع الكهربي هي تشجيع المستهلك لاستخدام معدات تصحيح مُعامل القدرة .

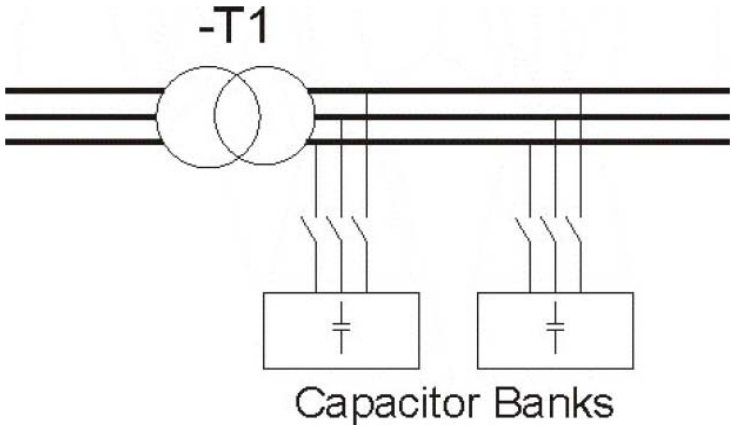
من الممكن انجاز تصحيح مُعامل القدرة بإضافة مكثفات على التوازي مع دوائر المحرك ويمكن وضعها عند بدء التشغيل أو عند لوحة المفاتيح أو لوحة التوزيع الكهربي . ويستخدم التيار السعوى الناتج يتقدم عن التيار ويستخدم لمعادلة التيار الحثى المتأخر القادم من المصدر .



تسمى طريقة توصيل المكثفات عند كل بادئ تشغيل والتحكم فيها بواسطة بادئ التشغيل "تصحيح معامل القدرة الاستاتيكي" بينما تسمى المكثفات المتصلة عند لوحة التوزيع الكهربي ويتم التحكم فيها بطريقة منفصلة "التصحيح الكلى" (bulk correction) .

التصحيح الكلى

مُعامل القدرة للتيار الكلى الذي يغذى لوحة التوزيع يتتبع بمتحكم والذي يشغل المكثفات بطريقة تلقائية للحفاظ على مُعامل قدرة أفضل من القيمة الموجودة . والقيمة الفعلية لمعامل القدرة المصحح هي ٠,٩٥ بينما القيمة المثالية لأفضل مُعامل قدرة تقترب من الواحد الصحيح بقدر الإمكان وليس هناك أي مشكلة في استخدام طريقة التصحيح الكلى عند معامل قدره مقداره ١,٠ .



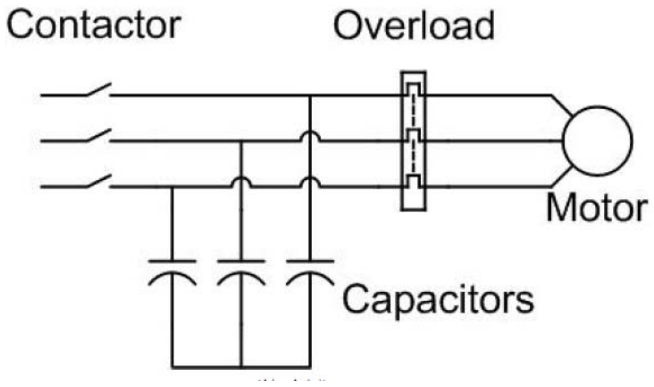
التصحيح الاستاتيكى (static correction)

حيث أن الجزء الأكبر من التيار الحثى أو المتأخر على مصدر التغذية الكهربي ناتج عن تيار التمغنط للمحركات الحثية فانه من السهل تصحيح مُعامل القدرة لكل محرك وذلك بتوصيل مكثفات عند بادئات تشغيل المحرك . وعند استخدام التصحيح الاستاتيكي فمن الهام أن يكون التيار السعوى اقل من تيار التمغنط الحثى للمحرك . فى معظم التركيبات التي تستخدم التصحيح الاستاتيكى توصل المكثفات مباشرة على التوازي مع ملف المحرك . وعند فصل المحرك تفصل أيضا مكثفات التصحيح وعند توصيل المحرك بالمصدر الكهربي توصل أيضا المكثفات لتعطى تصحيح دائم لمعامل القدرة للمحرك . وهذا يلغى متطلبات أن يكون هناك أجهزة رصد معامل القدرة المكلفة وكذلك معدات التحكم . وفى هذا الإطار يبقى المكثف مرتبطا بأطراف المحرك عندما تنخفض سرعة المحرك .

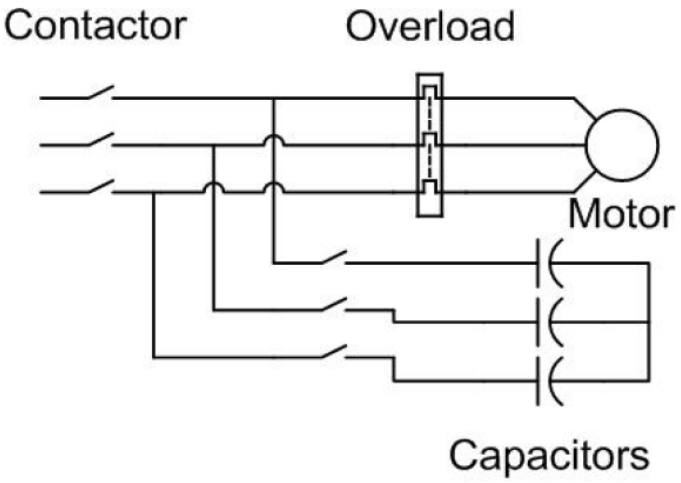
يبدأ تشغيل المحرك عند توصيله بالمصدر عن طريق المجال المغناطيسي الدوار في العضو الثابت للمحرك (stator) والذي يُولد تياراً حثيا في العضو الدوار للمحرك (rotor) . وعند فصل المحرك من المصدر يكون هناك لفترة زمنية مجال مغناطيسي مرتبطاً بالعضو الدوار للمحرك ويتولد جهد كهربي على أطراف المحرك بتردد يعتمد على سرعة المحرك وتُكون المكثفات المتصلة على أطراف المحرك دائرة رنين مع المعاوقه الحثية للمحرك . وعند وضع المكثفات لتصحيح مُعامل القدرة إلى ١,٠ (التصحيح الحرج) تتساوى المعاوقة الحثية مع المعاوقة السعوية عند تردد الخط الكهربي وعندئذ يكون تردد الرنين مساوياً لتردد الخط . إذا كان تردد الجهد المتولد من المحرك لحظة فصله تتساوى لحظيا مع تردد الرنين للمحرك فسيمر تيار عالي ويرتفع الجهد على دائرة المحرك والمكثفات والذى يمكن أن يؤدى إلى انهيار خطير للمكثفات والمحرك لذلك لابد من التأكد من أن مُعامل القدرة للمحركات لا يُصحح بقيمه أعلى أو إلى القيمة الحرجة عند تطبيق التصحيح الاستاتيكى .

يجب أن يوفر تصحيح معامل القدرة الاستاتيكية تيار سعويا يساوى ٨٠% من تيار التمغنط وهو بالضرورة تيار اللاحمل للمحرك .

يمكن تغيير تيار التمغنط للمحركات بصورة كبيرة حيث أن تيار التمغنط للمحركات الكبيرة ذات القطبين حوالي ٢٠% من التيار المقنن للمحرك بينما في المحركات الصغيرة ذات السرعات المنخفضة يكون تيار التمغنط الخاص بها حوالى ٦٠% من تيار الحمل الكامل المقنن للمحرك. وعمليا فإن استخدام الجداول القياسية لتصحيح معامل القدرة للمحركات الحثية تعطى التصحيح الأمثل لجميع المحركات وتسبب الجداول في تصحيح اقل لمعظم المحركات وفي بعض الأحوال لا تعطي تصحيح اكبر . ومن الخطورة أن يبنى التصحيح على خصائص الحمل الكامل للمحرك كما فى بعض الحالات تظهر بعض المحركات معاوقة متسربة عالية وتصحيح لمعامل القدرة يصل الى ٠,٩٥ عند الحمل الكامل ويتسبب ذلك في تصحيح زائد عن الحد عند اللاحمل أو عند حالات الفصل .



التصحيح الاستاتيكى شائع التطبيق باستخدام مفاتيح الفصل الاوتوماتيكى (contactors) للتحكم فى كل من المحرك والمكثفات . ومن الأفضل عمليا استخدام اثنين من مفاتيح الفصل الاوتوماتيكى أحدهما للمحرك والأخر للمكثفات لتجنب مشاكل الرنين بين المحرك والمكثفات .



مغيرات التيار

لا يجب استخدام طريقة التصحيح الاستاتيكى لمعامل القدرة عندما تستخدم معدات تغيير السرعة أو مغيرات التيار للتحكم في المحركات . ويمكن أن يتسبب توصيل المكثفات عند خرج مغيرات التيار في مشكلات كبيره لمغيرات التيار والمكثفات بسبب الجهد عالي التردد على خرج مغيرات التيار .

التيار المسحوب بواسطة مغيرات التيار له معامل قدرة منخفض وخاصة عند الأحمال المنخفضة ، لكن تيار المحرك يعزل عن مصدر التغذية الكهربي بواسطة مغير التيار . وتكون زاوية الوجه للتيار المسحوب بواسطة مغير التيار من مصدر التغذيه قريبة من الصفر وتتسبب في تيار حثي صغير جداً بدون النظر للمحرك الكهربي لذلك فإن مغير التيار يعمل دائماً عند معامل قدرة منخفض ، حيث أن التيار المار في مغيرات التيار يكون غير جيبى والتوافقيات الناتجة عنها تتسبب في وجود معامل قدره قريب من ٠,٧ معتمدا على التصميم الداخلى لمغير التيار . ولذلك تحث دائماً شركات الكهرباء مصنعي مغيرات التيار لتحسين مُعامل القدرة لأفضل من ٠,٩٥ . مغيرات التيار التى لها محاثات دخل (input reactors) وقضبان محاثه تيار مستمر(DC bus reactors) يكون معامل قدرتها أفضل من تلك التي بدون .

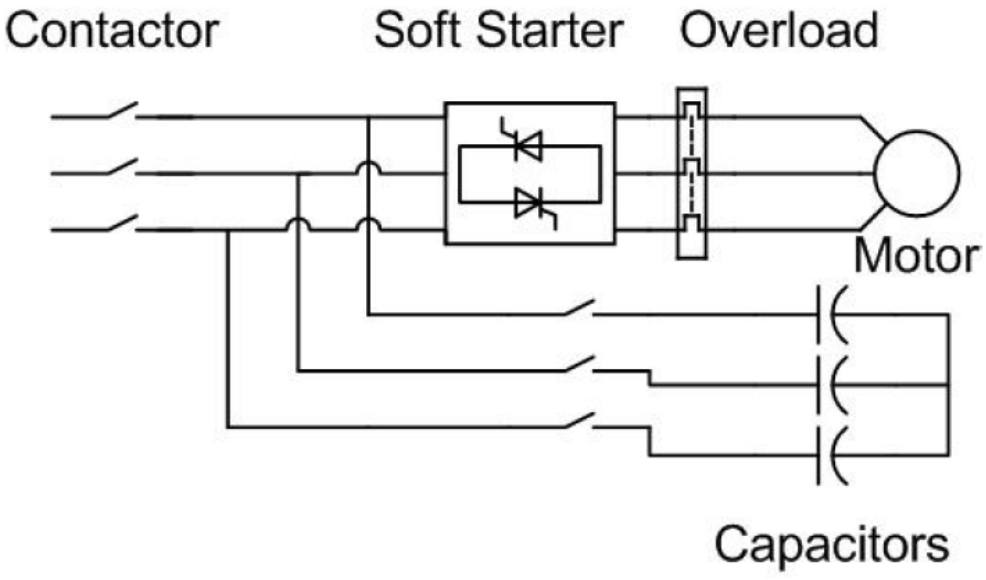
توصيل المكثفات قريباً من دخل مغير التيار يمكن أن يتسبب فى فقدان مغير التيار لأن المكثفات تتسبب في تكبير الجهود العابرة (transients) مما يتسبب في جهد دفعي عالي على دوائر الدخل لمغير التيار

وطاقة الجهد الدفعي أكبر من طاقة التخزين للمكثف مما قد يؤدى لتدمير مغير التيار . ويفضل أن توضع المكثفات على بعد حوالي ٧٥ متر من مغير التيار لتقليل أضرار الجهد الدفعي بواسطة معاوقة الموصل بين المكثفات ومغير التيار .

يتسبب استخدام المكثفات ذات مفاتيح الغلق والفتح اليدوية أو الأوتوماتيكية في وجود جهد عابر يمكن أن يدمر دوائر الدخل لمغير التيار وتتناسب الطاقة مع قيمة السعة للمكثف .

بادىء التشغيل الناعم باستخدام المعدات الإلكترونية

لا يجب توصيل مكثفات التصحيح الإستاتيكى لمعامل القدرة عند خرج بادئ التشغيل الناعم باستخدام المعدات الإلكترونية ولكن يجب التحكم فيها بمفتاح فصل أوتوماتيكي منفصل ويبدأ إدخالها بالدائرة عندما يصل جهد الخرج لبادئ التشغيل لقيمة جهد الخط . ويمكن أن يتسبب توصيل المكثفات بالقرب من دخل بادئ لتشغيل في تدميره إذا لم يستخدم مفتاح فصل أوتوماتيكي عازل . وتتسبب المكثفات فى تكبير الجهود العابرة مما ينتج عنها جهود دفعية عاليه لذلك فينصح بوضع المكثفات على بعد لا يقل عن ٥٠ متراً من بادئ التشغيل .



اختيار المكثفات

يجب أن يعادل التصحيح الإستاتيكي لمُعامل القدرة أقل من ٨٠% من تيار التمغنط للمحرك وإذا كان التصحيح عالي فهناك احتمالية كبيرة لفشل المعدات وتدمير المحرك والمكثفات . فى المقابل فإن تيار التمغنط للمحرك الحثى يتغير بتغير تصميم المحرك ويكون تيار التمغنط حوالي ٢٠% من تيار الحمل الكامل للمحرك ويمكن أن يصل إلى ٦٠% من تيار الحمل الكامل للمحرك. معظم تصحيح معامل القدرة يكون من خلال الجداول المنشورة بواسطة عدد من المصادر وتفترض هذه الجداول اقل قيمة لتيار التمغنط وتستنتج المكثف لهذا التيار . وفى الواقع يمكن أن يعنى هذا في أغلب الأحيان أقل من نصف القيمة التي يجب أن يكون عليها .

توافقيات المصدر

تتسبب التوافقيات على المصدر فى تيار زائد يمر في المكثفات وذلك لأن معاوقة المكثف تقل مع زيادة التردد وتتسبب هذه الزيادة فى تسخين إضافي للمكثفات ويقلل ذلك من عمره الافتراضي . وتتولد هذه التوافقيات من وجود أحمال غير خطية مثل متحكمات السرعة المتغيرة ومفاتيح مصدر التغذية الكهربى ويمكن التقليل من توافقيات الجهد باستخدام معوضات التوافقيات وهي عبارة عن مغيرات تيار كبيرة وكذلك يمكن استخدام مرشحات التوافقيات السلبية (passive harmonic filter) والمكونة من مقاومات وملفات ومكثفات .

وللتقليل من الأضرار على المكثفات الناتجة عن تيارات التوافقيات أصبح من الشائع الآن استخدام مفاعلات حثية على التوالي مع المكثفات وهذه المفاعلات الحثية تجعل دائرة التصحيح حثية عند الترددات العالية (أعلى من التوافقيات الثالثة third harmonics) . والهدف من استعمالها هو جعل دائرة التصحيح حثية قدر الإمكان عند التوافقيات الخامسة والأعلى في السعة عند تردد القوى .

رنين مصدر التغذية الكهربي

يتسبب تصحيح معامل القدرة باستخدام المكثفات المتصلة على أطراف المصدر فى حالة الرنين بين المصدر والمكثفات . لو أن تيار القصر للمصدر عالى جداً فإن تأثير الرنين سيكون اقل بينما فى التركيبات الساذجة عندما يكون المصدر حثى بصورة كبيرة وله معاوقة عالية فيكون تأثير الرنين خطير جداً ويؤدى لتدمير المعدات الموجودة . الجهود العالية والعابرة والتي تكون أضعاف جهد المصدر غير

معتادة مع مصادر التغذية الضعيفة وخاصة عندما يكون الحمل على المصدر منخفض . كما هو الحال في أنظمة الرنين فالتغير المفاجئ أو العابر في التيار ينتج طنيناً فى دوائر الرنين وتوليداً للجهد العالي .

لتقليل مشاكل رنين مصادر التغذية يمكن تتبع بعض الخطوات الآتية مع الأخذ في الاعتبار كل ما هو متعلق بمصدر التغذية:

(١) تقليل قيمة تصحيح معامل القدرة خاصة عندما يكون الحمل خفيفاً . ويقلل تصحيح معامل القدرة من الفقد في مصدر التغذية .
(٢) التقليل من الجهود العابرة عند عمليات الفتح. ويمكن إلغاء عمليات الفتح العابرة باستخدام مفاتيح المصدر متعاقبة التشغيل وبعض بادئات التشغيل الكهروميكانيكية مثل بادىء التشغيل نجمه/دلتا .
(٣) توصيل المكثفات مع المصدر في خطوات عديدة صغيرة بدلا من خطوات كبيرة وقليلة .
(٤) يتم إدخال المكثفات على المصدر بعد إدخال الأحمال وكذلك فصل المصدر قبل أو مع فصل الأحمال .

تصحيح معامل القدرة للتوافقيات لا يطبق للدوائر التي تسحب تيارا له موجات متقطعة ومشوهة .

تشتمل معظم المعدات الإلكترونية على وسائل لإيجاد تيار مستمر بتوحيد الجهد المتردد ، و يتسبب هذا فى وجود تيار للتوافقيات . وفى بعض الحالات يكون تيار التوافقيات غير ملحوظ نسبة لتيار الحمل الكامل ولكن في العديد من التركيبات الكهربية فإن جزءاً كبيراً من التيار المسحوب من المصدر يكون غنيا بالتوافقيات . فإذا كان تيار التوافقيات كبيراً بدرجة كافية فسوف ينتج تشوه لموجة مصدر التغذية والتي يمكن أن تتداخل مع التشغيل الصحيح للمعدات الأخرى. ويتسبب تيار التوافقيات في زيادة الفقد في مصدر التغذية .

تصحيح معامل القدرة لمصادر التغذية ذات الجهد المشوه لا يمكن تحقيقه بإضافة مكثفات ويمكن التقليل من التوافقيات بتصميم المعدات مستخدما موحدات الجهد وإضافة مرشحات خاملة (passive filter LCR) أو بإضافة مغيرات الجهد الإلكتروني لتصحيح معامل الجهد والتي تعيد موجة الجهد لحالتها غير المشوهة .

الملحق الثاني

القياسات التي تم تسجيلها بالموقع بالمنحنيات والإشكال والمخطط الخطي الكهربي للمحطة .

ملحوظة:

القياسات المدرجة بهذا الفصل مختصرة لإمكانية عرضها اضغط على الرابط المرادف للقياس المطلوب عرضه الموجود بنهاية الفصل لعرض القياسات كاملة .

أولاً: الدخول الرئيسي

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3	Current L2	Current L1	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.994	13	314	316	320	0.18	225.42	226.86	227.02	13:56	31/01/2010
49.953	13	412	418	420	0.17	224.7	226.25	226.27	14:01	31/01/2010
49.952	13	450	460	461	0.17	224.64	226.14	226.12	14:06	31/01/2010
49.934	13	445	457	457	0.16	224.68	226.16	226.16	14:11	31/01/2010
49.995	13	442	454	454	0.16	224.5	225.97	225.95	14:16	31/01/2010
50.032	13	421	433	432	0.28	224.89	226.39	226.4	14:21	31/01/2010
49.987	13	363	368	369	0.37	225.51	227.12	227.13	14:26	31/01/2010
49.944	13	374	384	384	0.18	225.09	226.59	226.63	14:31	31/01/2010
49.933	13	409	422	421	0.18	225.12	226.61	226.66	14:36	31/01/2010
49.998	13	410	422	422	0.16	225.42	226.86	226.89	14:41	31/01/2010
49.956	13	410	422	422	0.15	225.58	227.01	226.99	14:46	31/01/2010
50.017	13	410	423	423	0.15	225.66	227.09	227.21	14:51	31/01/2010
49.96	13	409	421	421	0.15	225.65	227.05	227.13	14:56	31/01/2010
50.014	13	409	421	422	0.13	225.74	227.12	227.2	15:01	31/01/2010
49.972	13	409	420	421	0.13	226.08	227.44	227.44	15:06	31/01/2010
49.949	13	409	420	420	0.13	225.82	227.22	227.16	15:11	31/01/2010
49.994	13	411	422	423	0.13	226.12	227.51	227.51	15:16	31/01/2010
49.965	13	435	448	448	0.16	225.82	227.23	227.28	15:21	31/01/2010
49.955	13	438	450	451	0.16	225.87	227.15	227.29	15:26	31/01/2010
49.968	13	437	447	448	0.16	226.3	227.55	227.57	15:31	31/01/2010
50.001	13	436	446	448	0.15	226.49	227.69	227.74	15:36	31/01/2010

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3	Current L2	Current L1	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.982	13	438	445	448	0.15	226.36	227.61	227.67	15:41	31/01/2010
49.987	13	439	445	448	0.15	226.34	227.6	227.69	15:46	31/01/2010
50.031	13	430	437	439	0.15	226.56	227.84	227.91	15:51	31/01/2010
49.984	13	428	435	437	0.15	226.56	227.85	227.93	15:56	31/01/2010
49.998	13	428	434	437	0.15	226.76	228.04	228.07	16:01	31/01/2010
49.989	13	429	434	437	0.15	226.74	228.01	228.03	16:06	31/01/2010
49.98	13	419	428	429	0.14	226.5	227.81	227.82	16:11	31/01/2010
49.968	13	425	437	437	0.1	226.24	227.64	227.64	16:16	31/01/2010
50.007	13	422	429	429	0.1	226.32	227.71	227.67	16:21	31/01/2010
49.995	13	425	428	429	0.1	226.15	227.51	227.51	16:26	31/01/2010
49.963	13	421	427	429	0.1	225.95	227.25	227.35	16:31	31/01/2010
49.963	13	420	426	428	0.11	225.99	227.34	227.4	16:36	31/01/2010
49.971	13	423	426	428	0.12	225.86	227.23	227.29	16:41	31/01/2010
49.987	13	421	426	428	0.12	225.84	227.12	227.19	16:46	31/01/2010
50.001	13	418	425	429	0.12	225.73	226.95	227.11	16:51	31/01/2010
49.988	13	416	425	428	0.12	225.79	227	227.15	16:56	31/01/2010
50.03	13	416	426	428	0.12	225.69	226.95	227.06	17:01	31/01/2010
49.964	12	414	428	426	0.13	229.42	230.76	230.86	17:06	31/01/2010
49.968	12	413	430	427	0.14	232.31	233.72	233.91	17:11	31/01/2010
49.96	13	412	427	427	0.13	231.57	233.04	233.25	17:16	31/01/2010
49.959	13	412	427	427	0.13	230.38	231.87	232.09	17:21	31/01/2010
49.946	13	415	433	432	0.11	228.95	230.54	230.78	17:26	31/01/2010

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3 Avg	Current L2 Avg	Current L1 Avg	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.952	13	419	439	445	0.26	226.84	228.33	228.66	17:31	31/01/2010
49.929	10	419	444	449	0.31	224.17	225.65	226.17	17:36	31/01/2010
49.964	10	418	444	448	0.3	222.19	223.72	224.25	17:41	31/01/2010
49.901	10	412	439	443	0.29	220.45	222.09	222.68	17:46	31/01/2010
49.729	10	409	437	442	0.29	218.75	220.34	221.1	17:51	31/01/2010
49.715	10	412	439	444	0.3	216.91	218.6	219.44	17:56	31/01/2010
49.974	10	416	444	448	0.31	216.92	218.7	219.54	18:01	31/01/2010
50.155	10	419	448	451	0.31	216.98	218.85	219.67	18:06	31/01/2010
50.029	10	417	446	449	0.32	216.43	218.33	219.12	18:11	31/01/2010
49.927	10	413	445	447	0.32	216.26	218.14	219.02	18:16	31/01/2010
49.906	10	410	444	446	0.33	216.59	218.45	219.33	18:21	31/01/2010
49.911	10	408	442	447	0.3	217.01	218.76	219.71	18:26	31/01/2010
49.906	10	408	441	446	0.3	217.04	218.75	219.7	18:31	31/01/2010
49.937	10	408	441	446	0.3	217.31	219.01	219.96	18:36	31/01/2010
49.934	10	406	441	446	0.29	217.64	219.37	220.37	18:41	31/01/2010
49.901	9	426	472	467	0.29	217.38	219	220.17	18:46	31/01/2010
49.903	8	410	453	447	0.27	216.7	218.35	219.54	18:51	31/01/2010
49.941	8	409	453	444	0.26	216.74	218.46	219.6	18:56	31/01/2010
49.956	8	410	452	443	0.3	217.31	219.05	220.1	19:01	31/01/2010
49.985	8	406	448	439	0.29	218.06	219.74	220.82	19:06	31/01/2010
49.965	8	407	450	441	0.29	218.43	220.13	221.23	19:11	31/01/2010
49.947	8	408	450	442	0.28	218.91	220.56	221.68	19:16	31/01/2010

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3 Avg	Current L2 Avg	Current L1 Avg	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.925	8	407	448	442	0.28	219.45	221.02	222.22	19:21	31/01/2010
49.943	8	407	449	442	0.27	219.73	221.36	222.54	19:26	31/01/2010
49.952	8	407	448	442	0.27	220.21	221.77	222.93	19:31	31/01/2010
49.936	8	407	446	441	0.26	220.48	221.96	223.14	19:36	31/01/2010
49.927	8	406	446	441	0.24	220.75	222.2	223.43	19:41	31/01/2010
49.938	8	406	446	440	0.23	220.97	222.48	223.68	19:46	31/01/2010
49.933	8	406	446	439	0.22	220.98	222.48	223.61	19:51	31/01/2010
49.956	8	408	447	439	0.22	220.61	222.16	223.22	19:56	31/01/2010
49.947	8	408	448	439	0.21	220.63	222.21	223.27	20:01	31/01/2010
49.97	8	408	448	440	0.21	220.47	222	223.1	20:06	31/01/2010
49.921	8	407	447	439	0.19	220.26	221.77	222.89	20:11	31/01/2010
49.905	8	392	430	423	0.18	220.79	222.25	223.36	20:16	31/01/2010
49.928	8	378	416	410	0.18	221.1	222.52	223.67	20:21	31/01/2010
49.954	8	378	417	410	0.17	221.36	222.85	224	20:26	31/01/2010
49.921	8	378	416	410	0.17	221.36	222.77	223.97	20:31	31/01/2010
49.876	8	378	415	410	0.17	220.91	222.28	223.48	20:36	31/01/2010
49.766	8	376	415	409	0.17	220.59	222.03	223.27	20:41	31/01/2010
49.935	8	384	424	419	0.17	220.48	222.03	223.18	20:46	31/01/2010
49.989	6	494	546	539	0.15	219.61	221.21	222.17	20:51	31/01/2010
49.947	4	616	681	670	0.12	218.8	220.4	221.24	20:56	31/01/2010

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3 Avg	Current L2 Avg	Current L1 Avg	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.952	4	593	656	645	0.13	219.07	220.62	221.52	21:01	31/01/2010
49.925	5	519	570	562	0.14	219.86	221.39	222.38	21:06	31/01/2010
49.933	6	460	506	499	0.16	220.45	221.88	222.94	21:11	31/01/2010
49.979	6	445	489	484	0.16	220.79	222.21	223.33	21:16	31/01/2010
49.967	6	447	492	485	0.16	220.95	222.43	223.5	21:21	31/01/2010
49.972	7	420	464	458	0.16	221.2	222.74	223.82	21:26	31/01/2010
49.911	4	559	622	613	0.13	220.55	222.11	222.98	21:31	31/01/2010
49.931	5	553	615	609	0.14	220.94	222.44	223.37	21:36	31/01/2010
49.924	5	495	543	535	0.14	221.8	223.27	224.27	21:41	31/01/2010
49.946	5	536	588	580	0.14	221.7	223.19	224.06	21:46	31/01/2010
49.881	4	623	686	674	0.11	221.24	222.83	223.58	21:51	31/01/2010
49.968	5	621	685	673	0.11	221.46	223.04	223.84	21:56	31/01/2010
49.969	5	505	554	546	0.11	222.61	224.11	225.09	22:01	31/01/2010
50.014	5	436	481	475	0.11	223.23	224.76	225.83	22:06	31/01/2010
49.996	5	514	569	561	0.11	223	224.57	225.49	22:11	31/01/2010
49.941	5	476	524	517	0.12	223.69	225.18	226.14	22:16	31/01/2010
49.933	6	378	415	410	0.15	224.59	226.04	227.05	22:21	31/01/2010
49.958	6	338	370	363	0.15	225.26	226.7	227.71	22:26	31/01/2010
50.001	7	304	334	327	0.16	225.98	227.46	228.51	22:31	31/01/2010
49.967	8	240	264	258	0.16	221.5	222.91	223.99	22:36	31/01/2010
49.952	8	243	261	257	0.16	219.7	221.05	222.2	22:41	31/01/2010

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3	Current L2	Current L1	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.951	8	245	263	258	0.16	220.09	221.45	222.55	22:46	31/01/2010
49.921	7	244	263	258	0.16	220.38	221.68	222.82	22:51	31/01/2010
49.911	7	244	263	257	0.16	220.91	222.24	223.33	22:56	31/01/2010
49.983	8	245	263	257	0.16	221.77	223.11	224.15	23:01	31/01/2010
49.97	8	245	262	257	0.16	222.44	223.71	224.74	23:06	31/01/2010
49.964	8	244	262	257	0.16	222.73	224.03	225.02	23:11	31/01/2010
49.932	8	244	261	256	0.16	223.1	224.41	225.38	23:16	31/01/2010
49.945	8	243	260	255	0.16	223.58	224.87	225.85	23:21	31/01/2010
50.004	8	245	262	257	0.16	224.06	225.33	226.34	23:26	31/01/2010
49.903	8	244	261	256	0.16	224.31	225.57	226.57	23:31	31/01/2010
49.897	8	245	263	257	0.16	224.58	225.93	226.82	23:36	31/01/2010
49.947	8	244	266	259	0.21	224.91	226.18	227.08	23:41	31/01/2010
49.949	8	266	289	282	0.24	225.1	226.27	227.18	23:46	31/01/2010
49.993	8	292	317	310	0.23	225.27	226.43	227.36	23:51	31/01/2010
49.912	8	244	267	261	0.24	225.96	227.09	228.14	23:56	31/01/2010
49.924	7	238	260	255	0.24	226.34	227.44	228.5	0:01	1/2/2010
49.952	7	238	260	255	0.24	226.65	227.75	228.73	0:06	1/2/2010
49.975	8	238	260	255	0.24	226.99	228.07	229.05	0:11	1/2/2010
49.957	8	238	260	254	0.24	227.17	228.27	229.2	0:16	1/2/2010
49.967	7	238	260	254	0.24	227.54	228.63	229.54	0:21	1/2/2010
49.925	7	238	260	254	0.24	227.72	228.8	229.77	0:26	1/2/2010
49.926	8	238	260	254	0.24	227.86	228.98	229.95	0:31	1/2/2010

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3 Avg	Current L2 Avg	Current L1 Avg	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.919	8	237	260	254	0.24	228.04	229.15	230.14	0:36	1/2/2010
49.933	7	238	260	254	0.24	228.51	229.56	230.58	0:41	1/2/2010
49.965	7	238	261	254	0.24	229.11	230.15	231.14	0:46	1/2/2010
49.971	7	238	261	254	0.24	229.17	230.23	231.21	0:51	1/2/2010
49.915	8	238	260	254	0.24	229.31	230.39	231.39	0:56	1/2/2010
49.935	8	238	260	253	0.24	229.65	230.84	231.71	1:01	1/2/2010
49.982	8	238	261	254	0.24	229.95	231.14	231.98	1:06	1/2/2010
49.968	8	238	260	254	0.24	230.05	231.22	232.1	1:11	1/2/2010
50.002	8	239	260	254	0.24	230.54	231.61	232.49	1:16	1/2/2010
49.936	8	238	260	254	0.24	230.51	231.59	232.52	1:21	1/2/2010
49.915	8	238	260	254	0.23	230.65	231.75	232.64	1:26	1/2/2010
49.919	8	238	260	254	0.24	230.94	232.04	232.91	1:31	1/2/2010
49.918	7	239	261	254	0.23	231	232.09	232.99	1:36	1/2/2010
49.967	7	239	261	254	0.23	231.21	232.33	233.28	1:41	1/2/2010
50.018	7	239	261	255	0.24	231.46	232.5	233.48	1:46	1/2/2010
49.965	8	238	261	254	0.24	231.43	232.57	233.45	1:51	1/2/2010
49.918	8	238	260	254	0.24	231.46	232.53	233.47	1:56	1/2/2010
49.917	8	238	260	254	0.24	231.7	232.75	233.66	2:01	1/2/2010
49.928	8	238	260	254	0.24	231.86	232.96	233.85	2:06	1/2/2010
50.007	8	239	261	255	0.24	232.12	233.21	234.11	2:11	1/2/2010
50.013	8	245	267	261	0.24	232.06	233.15	234.04	2:16	1/2/2010
49.921	8	245	267	261	0.24	231.85	232.98	233.86	2:21	1/2/2010

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3	Current L2	Current L1	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.926	8	245	267	261	0.24	232.01	233.18	234.02	2:26	1/2/2010
49.946	8	239	262	255	0.24	232.18	233.27	234.16	2:31	1/2/2010
49.998	7	239	262	255	0.24	232.37	233.45	234.38	2:36	1/2/2010
50.005	7	239	261	254	0.24	232.48	233.59	234.46	2:41	1/2/2010
49.92	8	238	260	254	0.24	232.4	233.47	234.38	2:46	1/2/2010
49.894	8	238	260	254	0.24	232.48	233.52	234.43	2:51	1/2/2010
49.917	8	238	260	254	0.24	232.7	233.73	234.68	2:56	1/2/2010
49.929	8	239	260	254	0.24	232.94	234.01	234.94	3:01	1/2/2010
49.966	8	239	260	255	0.24	233.3	234.31	235.26	3:06	1/2/2010
49.992	8	239	261	255	0.24	233.37	234.44	235.36	3:11	1/2/2010
49.944	8	242	264	258	0.24	233.3	234.39	235.26	3:16	1/2/2010
49.917	7	244	267	260	0.24	233.19	234.36	235.23	3:21	1/2/2010
49.935	8	255	279	271	0.26	233.42	234.59	235.51	3:26	1/2/2010
49.945	7	256	281	273	0.26	233.54	234.69	235.69	3:31	1/2/2010
49.975	7	257	280	273	0.26	233.61	234.73	235.71	3:36	1/2/2010
50.014	8	257	280	273	0.26	233.68	234.84	235.73	3:41	1/2/2010
49.972	8	257	279	272	0.26	233.49	234.65	235.48	3:46	1/2/2010
49.953	8	256	279	272	0.26	233.56	234.71	235.63	3:51	1/2/2010
50.012	8	257	279	273	0.26	233.67	234.82	235.75	3:56	1/2/2010
50.047	8	257	280	273	0.26	233.75	234.91	235.84	4:01	1/2/2010
50.001	8	256	279	273	0.26	233.63	234.71	235.68	4:06	1/2/2010
49.938	8	256	279	272	0.26	233.71	234.82	235.76	4:11	1/2/2010

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3	Current L2	Current L1	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.923	8	256	279	272	0.26	233.68	234.83	235.71	4:16	1/2/2010
49.931	8	256	279	272	0.26	233.7	234.84	235.71	4:21	1/2/2010
49.934	7	257	280	272	0.26	233.68	234.79	235.67	4:26	1/2/2010
50.009	7	257	280	273	0.26	233.82	234.93	235.92	4:31	1/2/2010
50.021	7	257	280	273	0.26	233.7	234.75	235.79	4:36	1/2/2010
50.026	8	257	279	274	0.26	233.46	234.5	235.55	4:41	1/2/2010
49.968	8	257	279	273	0.26	233.06	234.04	235.04	4:46	1/2/2010
49.94	7	257	278	273	0.26	232.89	233.78	234.82	4:51	1/2/2010
49.939	7	257	279	273	0.26	232.69	233.7	234.65	4:56	1/2/2010
49.945	7	257	279	273	0.26	232.47	233.55	234.46	5:01	1/2/2010
49.951	7	257	279	273	0.26	232.45	233.47	234.45	5:06	1/2/2010
49.947	7	257	279	274	0.26	232.39	233.37	234.39	5:11	1/2/2010
49.945	7	257	279	274	0.26	232.05	233	234.06	5:16	1/2/2010
49.914	7	257	280	274	0.26	231.75	232.7	233.75	5:21	1/2/2010
50.019	7	259	281	274	0.26	231.73	232.77	233.72	5:26	1/2/2010
49.961	7	258	281	274	0.26	231.34	232.48	233.36	5:31	1/2/2010
50	7	259	281	274	0.26	231.54	232.61	233.54	5:36	1/2/2010
49.965	7	258	280	274	0.26	231.38	232.49	233.47	5:41	1/2/2010
49.963	7	258	281	274	0.26	231.23	232.42	233.39	5:46	1/2/2010
49.957	7	258	281	274	0.26	231.29	232.43	233.43	5:51	1/2/2010
50.022	7	258	281	275	0.27	231.34	232.45	233.5	5:56	1/2/2010
50.005	7	259	281	275	0.27	231.17	232.23	233.26	6:01	1/2/2010

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3	Current L2	Current L1	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.955	7	258	281	275	0.27	230.87	231.98	232.95	6:06	1/2/2010
49.961	7	258	281	275	0.27	230.66	231.82	232.78	6:11	1/2/2010
49.965	8	259	282	273	0.26	230.54	231.71	232.66	6:16	1/2/2010
49.932	9	259	282	268	0.25	230.41	231.5	232.54	6:21	1/2/2010
49.99	9	258	282	268	0.25	230.82	231.93	232.93	6:26	1/2/2010
49.959	9	259	283	270	0.26	230.66	231.79	232.85	6:31	1/2/2010
49.974	9	343	370	359	0.28	230.3	231.49	232.39	6:36	1/2/2010
50.026	12	407	428	426	0.29	230.24	231.57	232.18	6:41	1/2/2010
49.949	13	398	414	417	0.3	230.41	231.75	232.29	6:46	1/2/2010
50.016	13	396	412	417	0.3	230.68	231.95	232.61	6:51	1/2/2010
49.958	13	397	413	417	0.31	230.59	231.85	232.5	6:56	1/2/2010
49.964	13	398	414	418	0.32	230.71	232	232.61	7:01	1/2/2010
49.959	13	400	415	420	0.32	230.98	232.19	232.83	7:06	1/2/2010
49.941	13	399	413	418	0.25	230.86	232.07	232.63	7:11	1/2/2010
49.938	13	393	408	412	0.22	230.91	232.07	232.69	7:16	1/2/2010
49.95	12	393	408	412	0.18	230.98	232.13	232.71	7:21	1/2/2010
50.003	12	394	408	414	0.18	231.12	232.23	232.85	7:26	1/2/2010
50.007	12	395	408	413	0.18	230.91	231.98	232.56	7:31	1/2/2010
49.951	12	395	407	413	0.18	230.5	231.57	232.15	7:36	1/2/2010
49.999	12	396	409	414	0.18	230.18	231.29	231.84	7:41	1/2/2010
49.941	12	394	407	412	0.18	229.93	231.05	231.58	7:46	1/2/2010
49.949	12	394	408	412	0.17	229.88	231.03	231.53	7:51	1/2/2010

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3	Current L2	Current L1	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.957	12	395	408	412	0.15	229.65	230.77	231.24	7:56	1/2/2010
50.008	12	395	409	412	0.15	229.44	230.61	231.06	8:01	1/2/2010
49.944	12	395	408	412	0.15	229.2	230.35	230.83	8:06	1/2/2010
49.955	12	396	409	413	0.15	229.01	230.14	230.62	8:11	1/2/2010
49.957	12	396	409	412	0.14	228.87	230	230.45	8:16	1/2/2010
49.926	12	395	409	411	0.14	228.44	229.63	230.06	8:21	1/2/2010
49.958	12	395	408	411	0.14	228.29	229.5	229.91	8:26	1/2/2010
49.963	12	394	408	412	0.14	227.94	229.14	229.56	8:31	1/2/2010
50.005	13	395	409	413	0.14	227.17	228.43	228.86	8:36	1/2/2010
49.97	13	398	413	416	0.14	226.78	228.03	228.45	8:41	1/2/2010
49.93	13	395	410	415	0.14	226.45	227.61	228.13	8:46	1/2/2010
49.887	13	382	394	400	0.22	226.27	227.44	227.91	8:51	1/2/2010
49.997	12	429	444	450	0.14	225.98	227.19	227.63	8:56	1/2/2010
49.999	12	430	445	449	0.16	225.48	226.8	227.12	9:01	1/2/2010
50.028	13	434	446	449	0.17	225.16	226.54	226.84	9:06	1/2/2010
49.938	13	432	445	447	0.19	224.87	226.25	226.54	9:11	1/2/2010
49.921	13	426	441	443	0.19	224.82	226.17	226.45	9:16	1/2/2010
49.942	12	425	441	442	0.14	224.7	226.16	226.37	9:21	1/2/2010
49.955	12	424	440	441	0.14	224.47	225.96	226.18	9:26	1/2/2010
50.021	12	423	441	441	0.14	224.29	225.75	226.03	9:31	1/2/2010
50.014	13	427	439	441	0.14	224.25	225.62	225.91	9:36	1/2/2010
50.001	13	426	438	440	0.16	224.61	226.02	226.26	9:41	1/2/2010

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3	Current L2	Current L1	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.915	14	424	436	438	0.37	224.33	225.79	225.96	9:46	1/2/2010
50.003	13	423	437	440	0.14	224.48	225.86	226.11	9:51	1/2/2010
50.014	12	423	438	439	0.13	224.14	225.61	225.8	9:56	1/2/2010
49.985	12	438	448	449	0.13	224.02	225.54	225.7	10:01	1/2/2010
50.032	12	432	449	449	0.13	224.18	225.71	225.87	10:06	1/2/2010
49.925	12	433	447	450	0.13	223.95	225.41	225.58	10:11	1/2/2010
49.927	12	433	445	451	0.13	224.28	225.67	225.91	10:16	1/2/2010
49.964	12	434	446	451	0.13	224.45	225.81	226.02	10:21	1/2/2010
49.954	12	434	445	450	0.13	224.46	225.84	225.99	10:26	1/2/2010
49.948	12	441	451	457	0.13	224.95	226.22	226.37	10:31	1/2/2010
50	12	442	453	458	0.13	224.98	226.36	226.48	10:36	1/2/2010
49.978	13	444	453	457	0.13	224.71	226.2	226.26	10:41	1/2/2010
49.997	13	439	447	450	0.21	224.68	226.21	226.24	10:46	1/2/2010
49.994	12	436	448	451	0.13	224.79	226.32	226.39	10:51	1/2/2010
50	12	438	450	454	0.13	224.74	226.2	226.31	10:56	1/2/2010
49.989	12	437	451	454	0.13	224.43	225.9	226.05	11:01	1/2/2010
49.968	12	438	451	454	0.13	224.32	225.8	225.94	11:06	1/2/2010
49.936	12	438	449	454	0.13	224.18	225.66	225.84	11:11	1/2/2010
49.936	12	436	449	454	0.13	224.24	225.71	225.9	11:16	1/2/2010
49.963	12	437	449	454	0.13	224.13	225.56	225.74	11:21	1/2/2010
50.04	13	439	450	456	0.17	223.93	225.28	225.53	11:26	1/2/2010
50.012	13	438	450	455	0.17	223.62	225.1	225.29	11:31	1/2/2010

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3	Current L2	Current L1	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.981	13	437	450	454	0.16	223.7	225.23	225.38	11:36	1/2/2010
49.993	12	437	451	455	0.13	223.57	225.05	225.27	11:41	1/2/2010
49.966	12	434	447	450	0.13	223.49	225.07	225.22	11:46	1/2/2010
49.939	12	427	443	444	0.13	223.66	225.12	225.31	11:51	1/2/2010
49.994	11	427	445	444	0.13	223.71	225.16	225.36	11:56	1/2/2010
50.007	11	427	445	444	0.13	223.88	225.29	225.51	12:01	1/2/2010
49.965	12	427	443	444	0.13	223.66	225.15	225.38	12:06	1/2/2010
49.988	13	427	441	444	0.16	223.86	225.34	225.53	12:11	1/2/2010
49.984	12	427	442	444	0.17	223.84	225.3	225.48	12:16:01	1/2/2010
49.969	13	427	440	443	0.17	223.85	225.32	225.45	12:21	1/2/2010
49.966	13	427	440	442	0.16	223.87	225.43	225.52	12:26	1/2/2010
49.969	12	426	440	442	0.13	224.02	225.63	225.69	12:31	1/2/2010
49.975	12	425	439	443	0.13	224.04	225.54	225.72	12:36	1/2/2010
50	12	425	439	443	0.13	224.14	225.62	225.84	12:41	1/2/2010
50.014	12	426	439	443	0.13	224.16	225.63	225.81	12:46	1/2/2010
49.981	12	425	439	442	0.13	224.16	225.64	225.77	12:51	1/2/2010
49.991	12	426	439	443	0.13	224.45	225.89	226.06	12:56	1/2/2010
50.014	13	430	440	444	0.13	224.58	226.04	226.22	13:01	1/2/2010
49.995	13	428	442	446	0.13	224.68	226.14	226.3	13:06	1/2/2010
50.034	13	429	442	447	0.13	224.73	226.16	226.28	13:11	1/2/2010
49.963	13	428	440	446	0.13	224.67	226.01	226.16	13:16	1/2/2010
49.967	13	427	440	445	0.13	224.75	226.14	226.26	13:21	1/2/2010

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3	Current L2	Current L1	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.96	13	422	435	439	0.13	224.83	226.27	226.35	13:26	1/2/2010
49.952	13	420	433	438	0.13	224.88	226.3	226.42	13:31	1/2/2010
49.959	13	418	431	436	0.13	224.76	226.15	226.31	13:36	1/2/2010
50.001	13	419	432	436	0.13	224.72	226.14	226.27	13:41	1/2/2010
50.024	12	419	433	436	0.13	224.89	226.27	226.41	13:46	1/2/2010
49.963	12	418	435	435	0.13	224.6	225.98	226.15	13:51	1/2/2010
49.93	12	420	433	434	0.14	224.22	225.64	225.8	13:56	1/2/2010
49.976	13	418	430	434	0.13	224.32	225.79	225.92	14:01	1/2/2010
49.965	13	407	419	424	0.14	224.43	225.84	225.99	14:06	1/2/2010
49.918	13	422	433	437	0.22	224.09	225.49	225.59	14:11	1/2/2010
49.889	13	425	433	437	0.22	224.18	225.6	225.65	14:16	1/2/2010
50.004	13	424	435	440	0.23	224.2	225.6	225.75	14:21	1/2/2010
50.021	13	425	436	440	0.23	224.32	225.75	225.88	14:26	1/2/2010
50.013	13	423	435	438	0.23	224.19	225.59	225.72	14:31	1/2/2010
49.978	13	419	434	436	0.23	224.63	226.05	226.16	14:36	1/2/2010
49.965	13	420	434	435	0.24	225.15	226.58	226.64	14:41	1/2/2010
49.93	9	308	318	319	0.31	180.06	181.17	181.28	14:46	1/2/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total	Reactive Power	Active Power Total Avg	Time	**Date**
0.83	211100	118200	174100	13:56	31/01/2010
0.82	277100	156100	228300	14:01	31/01/2010
0.84	309600	169500	259000	14:06	31/01/2010
0.84	306600	168100	256300	14:11	31/01/2010
0.84	304200	166400	254600	14:16	31/01/2010
0.83	290500	161800	241200	14:21	31/01/2010
0.82	245200	140000	200800	14:26	31/01/2010
0.82	254500	147400	206800	14:31	31/01/2010
0.83	283300	160000	233800	14:36	31/01/2010
0.83	284200	160100	234700	14:41	31/01/2010
0.82	283900	160300	234200	14:46	31/01/2010
0.83	284700	160400	235100	14:51	31/01/2010
0.82	283600	160200	233900	14:56	31/01/2010
0.83	284000	160100	234400	15:01	31/01/2010
0.82	283800	160500	233900	15:06	31/01/2010
0.82	283100	160100	233400	15:11	31/01/2010
0.82	285000	161300	234900	15:16	31/01/2010
0.82	301900	173000	247300	15:21	31/01/2010
0.82	303600	174600	248200	15:26	31/01/2010
0.82	302300	173700	247400	15:31	31/01/2010
0.82	302500	173700	247600	15:36	31/01/2010
0.82	302500	173400	247900	15:41	31/01/2010
0.82	302800	173300	248200	15:46	31/01/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total	Reactive Power	Active Power Total Avg	Time	Date
0.82	295600	171100	240900	15:56	31/01/2010
0.81	295900	171400	241100	16:01	31/01/2010
0.81	295800	171300	241000	16:06	31/01/2010
0.82	289900	167800	236300	16:11	31/01/2010
0.81	293100	169900	238600	16:16	31/01/2010
0.82	290700	166100	238500	16:21	31/01/2010
0.82	291100	165700	239200	16:26	31/01/2010
0.82	289500	165200	237700	16:31	31/01/2010
0.82	289200	165100	237400	16:36	31/01/2010
0.82	289700	164900	238100	16:41	31/01/2010
0.82	288900	164600	237400	16:46	31/01/2010
0.82	288100	164300	236600	16:51	31/01/2010
0.82	287600	164200	236100	16:56	31/01/2010
0.82	287800	164000	236400	17:01	31/01/2010
0.81	292200	170700	237000	17:06	31/01/2010
0.8	296300	176000	238200	17:11	31/01/2010
0.8	294700	174700	237200	17:16	31/01/2010
0.81	293300	172600	237000	17:21	31/01/2010
0.81	294500	171500	239200	17:26	31/01/2010
0.83	297000	166600	245800	17:31	31/01/2010
0.84	295500	160400	248000	17:36	31/01/2010
0.84	292600	156600	247000	17:41	31/01/2010
0.85	287100	152500	243100	17:46	31/01/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total	Reactive Power	Active Power Total Avg	Time	Date
0.85	282700	147600	241000	17:56	31/01/2010
0.86	285900	147800	244500	18:01	31/01/2010
0.86	288000	148100	246800	18:06	31/01/2010
0.86	286000	147300	245000	18:11	31/01/2010
0.86	284200	146900	243100	18:16	31/01/2010
0.85	283600	147200	242300	18:21	31/01/2010
0.85	283300	147500	241700	18:26	31/01/2010
0.85	282900	147400	241400	18:31	31/01/2010
0.85	283300	147600	241600	18:36	31/01/2010
0.85	283300	148000	241400	18:41	31/01/2010
0.85	298500	157500	253400	18:46	31/01/2010
0.86	285900	146900	245100	18:51	31/01/2010
0.86	285300	146200	244800	18:56	31/01/2010
0.86	285700	146800	244900	19:01	31/01/2010
0.85	283500	147800	241600	19:06	31/01/2010
0.86	285500	147600	244200	19:11	31/01/2010
0.85	286600	148400	245000	19:16	31/01/2010
0.85	286600	148900	244700	19:21	31/01/2010
0.85	287000	149300	245000	19:26	31/01/2010
0.85	287400	149900	245100	19:31	31/01/2010
0.85	287200	150100	244700	19:36	31/01/2010
0.85	287200	150400	244500	19:41	31/01/2010
0.85	287400	150700	244600	19:46	31/01/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total	Reactive Power	Active Power Total Avg	Time	Date
0.85	287200	150100	244800	19:56	31/01/2010
0.85	287400	150200	244900	20:01	31/01/2010
0.85	287700	150000	245300	20:06	31/01/2010
0.85	286900	149700	244600	20:11	31/01/2010
0.85	276500	146800	234200	20:16	31/01/2010
0.84	267800	144100	225600	20:21	31/01/2010
0.84	268400	144600	226000	20:26	31/01/2010
0.84	268200	144700	225700	20:31	31/01/2010
0.84	267600	144100	225300	20:36	31/01/2010
0.84	266300	144700	223400	20:41	31/01/2010
0.84	272400	148300	228400	20:46	31/01/2010
0.82	343500	197500	280300	20:51	31/01/2010
0.83	432900	243600	357400	20:56	31/01/2010
0.83	416400	234000	344000	21:01	31/01/2010
0.84	364500	195800	307200	21:06	31/01/2010
0.84	323600	176000	271100	21:11	31/01/2010
0.85	315100	166200	267500	21:16	31/01/2010
0.85	316500	167400	268500	21:21	31/01/2010
0.82	296200	171000	241100	21:26	31/01/2010
0.8	397900	239600	317300	21:31	31/01/2010
0.8	394100	237300	314300	21:36	31/01/2010
0.84	349900	191000	292900	21:41	31/01/2010
0.83	377000	211500	311500	21:46	31/01/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total	Reactive Power	Active Power Total Avg	Time	Date
0.82	441100	251300	362300	21:56	31/01/2010
0.84	358300	194800	300500	22:01	31/01/2010
0.82	311100	176800	255400	22:06	31/01/2010
0.81	368900	213500	300500	22:11	31/01/2010
0.82	339900	193000	279500	22:16	31/01/2010
0.84	269700	148200	224900	22:21	31/01/2010
0.85	242600	129500	205100	22:26	31/01/2010
0.84	218200	118400	183200	22:31	31/01/2010
0.85	169700	90500	143500	22:36	31/01/2010
0.85	168100	88400	143000	22:41	31/01/2010
0.85	169400	89000	144100	22:46	31/01/2010
0.85	169700	89400	144200	22:51	31/01/2010
0.85	169800	89800	144100	22:56	31/01/2010
0.85	170600	90400	144600	23:01	31/01/2010
0.85	170800	91000	144500	23:06	31/01/2010
0.85	170900	91200	144400	23:11	31/01/2010
0.84	170800	91600	144100	23:16	31/01/2010
0.84	170500	91800	143500	23:21	31/01/2010
0.84	172000	92500	145000	23:26	31/01/2010
0.84	171500	92800	144100	23:31	31/01/2010
0.84	172500	93900	144600	23:36	31/01/2010
0.83	173400	97500	142900	23:41	31/01/2010
0.82	188500	106800	155200	23:46	31/01/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total	Reactive Power	Active Power Total Avg	Time	Date
0.82	174700	99300	143700	23:56	31/01/2010
0.82	171400	97100	141100	0:01	1/2/2010
0.82	171600	97200	141300	0:06	1/2/2010
0.82	171900	97500	141500	0:11	1/2/2010
0.82	171800	97600	141300	0:16	1/2/2010
0.82	172000	97800	141400	0:21	1/2/2010
0.82	171900	98000	141200	0:26	1/2/2010
0.82	172000	98200	141200	0:31	1/2/2010
0.82	172000	98300	141100	0:36	1/2/2010
0.82	172600	98800	141400	0:41	1/2/2010
0.82	173200	99400	141800	0:46	1/2/2010
0.82	173300	99400	141900	0:51	1/2/2010
0.82	173100	99600	141500	0:56	1/2/2010
0.82	173400	99900	141700	1:01	1/2/2010
0.82	173900	100100	142100	1:06	1/2/2010
0.82	173900	100200	142100	1:11	1/2/2010
0.82	174400	100600	142400	1:16	1/2/2010
0.82	174100	100700	142000	1:21	1/2/2010
0.81	174200	101000	141900	1:26	1/2/2010
0.81	174400	101200	142000	1:31	1/2/2010
0.81	174700	101500	142200	1:36	1/2/2010
0.81	175200	101700	142700	1:41	1/2/2010
0.81	175500	101700	142900	1:46	1/2/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total	Reactive Power	Active Power Total Avg	Time	Date
0.81	174900	101800	142200	1:56	1/2/2010
0.81	175000	102000	142200	2:01	1/2/2010
0.81	175300	102200	142400	2:06	1/2/2010
0.81	175900	102400	143000	2:11	1/2/2010
0.81	180400	104600	147000	2:16	1/2/2010
0.81	180100	104700	146500	2:21	1/2/2010
0.81	180200	104800	146600	2:26	1/2/2010
0.81	176300	102800	143100	2:31	1/2/2010
0.81	176200	102700	143100	2:36	1/2/2010
0.81	176200	102800	143100	2:41	1/2/2010
0.81	175700	102800	142400	2:46	1/2/2010
0.81	175600	102900	142300	2:51	1/2/2010
0.81	175900	103100	142500	2:56	1/2/2010
0.81	176200	103400	142600	3:01	1/2/2010
0.81	176700	103700	143000	3:06	1/2/2010
0.81	176800	103800	143100	3:11	1/2/2010
0.81	179100	104600	145300	3:16	1/2/2010
0.81	180400	105100	146500	3:21	1/2/2010
0.82	188800	107900	155000	3:26	1/2/2010
0.82	190100	108400	156100	3:31	1/2/2010
0.82	190100	108300	156200	3:36	1/2/2010
0.82	190100	108100	156300	3:41	1/2/2010
0.82	189600	107900	155900	3:46	1/2/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total	Reactive Power	Active Power Total Avg	Time	Date
0.82	189900	108000	156200	3:56	1/2/2010
0.82	190100	108000	156400	4:01	1/2/2010
0.82	189700	107900	156000	4:06	1/2/2010
0.82	189500	108100	155600	4:11	1/2/2010
0.82	189400	108100	155500	4:16	1/2/2010
0.82	189600	108100	155700	4:21	1/2/2010
0.82	189700	108200	155800	4:26	1/2/2010
0.82	190300	108200	156500	4:31	1/2/2010
0.82	190100	107900	156400	4:36	1/2/2010
0.82	189900	107600	156400	4:41	1/2/2010
0.82	189300	107200	156000	4:46	1/2/2010
0.82	189000	106900	155800	4:51	1/2/2010
0.82	188900	106700	155800	4:56	1/2/2010
0.83	188900	106600	155900	5:01	1/2/2010
0.83	189000	106500	156100	5:06	1/2/2010
0.83	189000	106500	156200	5:11	1/2/2010
0.83	188800	106100	156100	5:16	1/2/2010
0.83	188900	105900	156300	5:21	1/2/2010
0.83	189500	105800	157200	5:26	1/2/2010
0.83	188900	105400	156700	5:31	1/2/2010
0.83	189200	105500	156900	5:36	1/2/2010
0.83	188800	105400	156600	5:41	1/2/2010
0.83	188800	105300	156700	5:46	1/2/2010

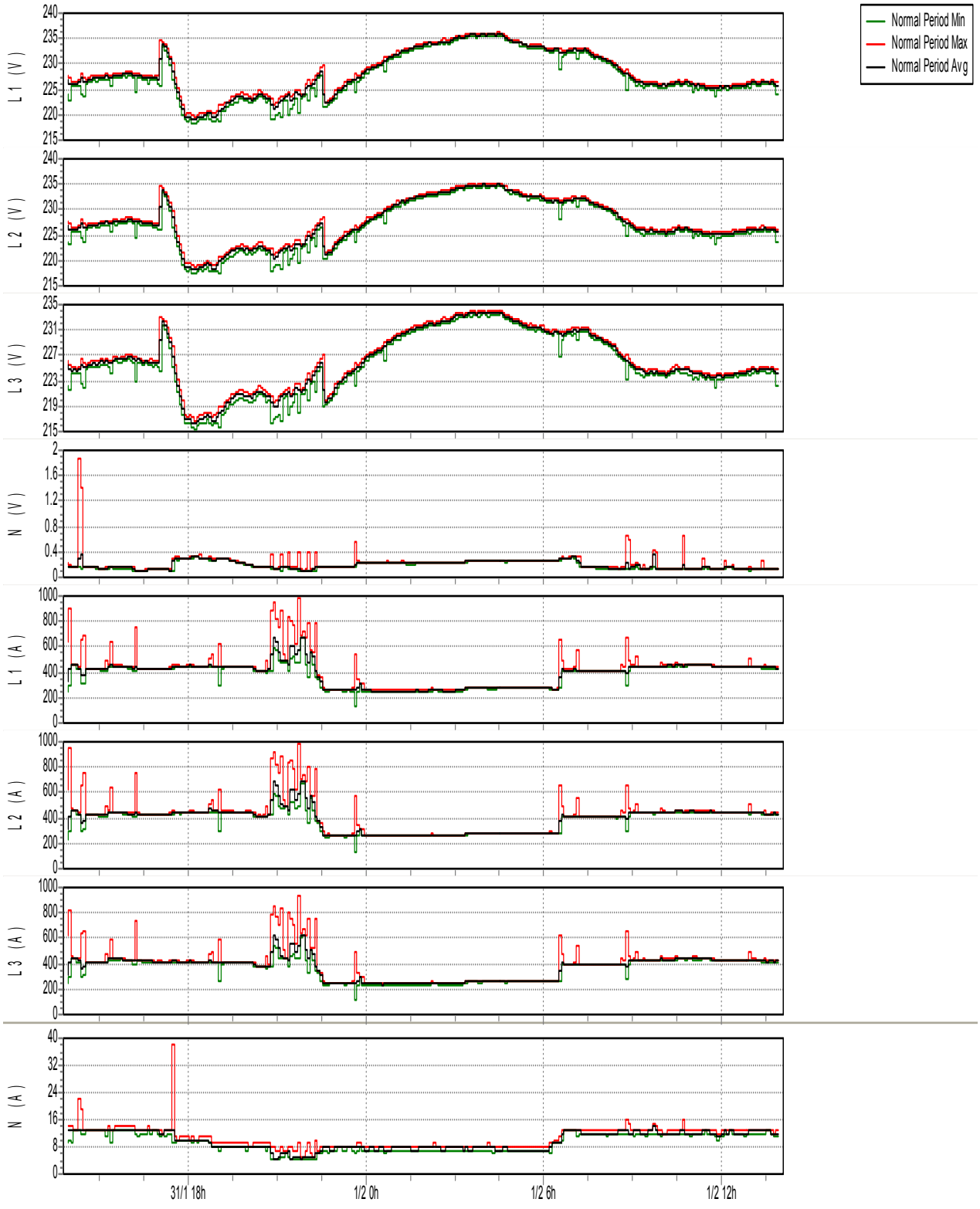
Power Factor Total Avg	Apparent Power Total	Reactive Power	Active Power Total Avg	Time	Date
0.83	189400	105400	157300	5:56	1/2/2010
0.83	189200	105200	157200	6:01	1/2/2010
0.83	188800	105000	156900	6:06	1/2/2010
0.83	188800	104800	157000	6:11	1/2/2010
0.83	188600	106200	155800	6:16	1/2/2010
0.81	187400	110400	151300	6:21	1/2/2010
0.81	187300	110600	151100	6:26	1/2/2010
0.81	188200	110800	152100	6:31	1/2/2010
0.81	244300	143800	197200	6:36	1/2/2010
0.81	291800	172500	235200	6:41	1/2/2010
0.81	284600	165900	231200	6:46	1/2/2010
0.81	283800	165200	230700	6:51	1/2/2010
0.81	284400	164900	231500	6:56	1/2/2010
0.81	285100	165300	232200	7:01	1/2/2010
0.81	286400	166600	232900	7:06	1/2/2010
0.81	285100	167500	230600	7:11	1/2/2010
0.81	281500	165000	228000	7:16	1/2/2010
0.81	281700	165000	228200	7:21	1/2/2010
0.81	282300	165000	228900	7:26	1/2/2010
0.81	282100	164500	229100	7:31	1/2/2010
0.81	281300	163800	228600	7:36	1/2/2010
0.81	281500	163100	229300	7:41	1/2/2010
0.81	280200	162600	228200	7:46	1/2/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total	Reactive Power	Active Power Total Avg	Time	Date
0.82	280000	161800	228500	7:56	1/2/2010
0.82	280300	161300	229200	8:01	1/2/2010
0.82	279700	161000	228600	8:06	1/2/2010
0.82	279800	160700	229000	8:11	1/2/2010
0.82	279700	160500	229000	8:16	1/2/2010
0.82	278700	159700	228300	8:21	1/2/2010
0.82	278300	159200	228200	8:26	1/2/2010
0.82	277900	158500	228200	8:31	1/2/2010
0.82	277600	157200	228700	8:36	1/2/2010
0.82	279400	158600	229900	8:41	1/2/2010
0.82	277400	157200	228500	8:46	1/2/2010
0.82	263700	150300	216300	8:51	1/2/2010
0.83	300000	169300	247600	8:56	1/2/2010
0.83	299700	169000	247400	9:01	1/2/2010
0.83	300600	168400	248900	9:06	1/2/2010
0.83	298900	166900	247800	9:11	1/2/2010
0.83	295800	163100	246600	9:16	1/2/2010
0.83	295300	162600	246300	9:21	1/2/2010
0.83	294400	162000	245800	9:26	1/2/2010
0.84	294000	161200	245800	9:31	1/2/2010
0.84	294400	161000	246300	9:36	1/2/2010
0.84	294200	161400	245800	9:41	1/2/2010
0.84	292700	160800	244500	9:46	1/2/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total	Reactive Power	Active Power Total Avg	Time	Date
0.84	293000	160800	244800	9:51	1/2/2010
0.84	292800	160300	245000	9:56	1/2/2010
0.84	300400	164600	251200	10:01	1/2/2010
0.83	299700	164900	250100	10:06	1/2/2010
0.83	299300	165500	249300	10:11	1/2/2010
0.83	299500	165800	249300	10:16	1/2/2010
0.83	300100	165900	250000	10:21	1/2/2010
0.83	299700	165800	249600	10:26	1/2/2010
0.83	304800	168800	253700	10:31	1/2/2010
0.83	305600	169000	254500	10:36	1/2/2010
0.83	305700	168600	254900	10:41	1/2/2010
0.83	301600	166100	251600	10:46	1/2/2010
0.83	301600	166500	251300	10:51	1/2/2010
0.83	302900	166800	252700	10:56	1/2/2010
0.83	302800	166500	252800	11:01	1/2/2010
0.83	302600	166300	252600	11:06	1/2/2010
0.84	302100	166000	252300	11:11	1/2/2010
0.83	301700	165900	251900	11:16	1/2/2010
0.84	301700	165600	252100	11:21	1/2/2010
0.84	302500	165200	253300	11:26	1/2/2010
0.84	301800	164800	252700	11:31	1/2/2010
0.84	301600	164900	252400	11:36	1/2/2010
0.84	301700	164700	252700	11:41	1/2/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total	Reactive Power	Active Power Total Avg	Time	Date
0.84	298900	162900	250500	11:46	1/2/2010
0.84	295300	160300	247900	11:51	1/2/2010
0.84	295800	160300	248500	11:56	1/2/2010
0.84	296100	160500	248700	12:01	1/2/2010
0.84	295100	160200	247800	12:06	1/2/2010
0.84	295000	160300	247500	12:11	1/2/2010
0.84	295300	160300	247900	12:16:01	1/2/2010
0.84	294500	160200	247100	12:21	1/2/2010
0.84	294400	160200	246900	12:26	1/2/2010
0.84	294300	160400	246600	12:31	1/2/2010
0.84	294300	160400	246600	12:36	1/2/2010
0.84	294500	160400	246800	12:41	1/2/2010
0.84	294400	160400	246800	12:46	1/2/2010
0.84	294100	160400	246400	12:51	1/2/2010
0.84	294900	160900	247000	12:56	1/2/2010
0.84	296400	162000	248100	13:01	1/2/2010
0.83	297200	164900	247100	13:06	1/2/2010
0.83	297500	164900	247500	13:11	1/2/2010
0.83	296500	164700	246400	13:16	1/2/2010
0.83	296100	164700	245900	13:21	1/2/2010
0.83	292600	163000	242900	13:26	1/2/2010
0.83	291500	162400	241900	13:31	1/2/2010
0.83	290100	161400	241000	13:36	1/2/2010

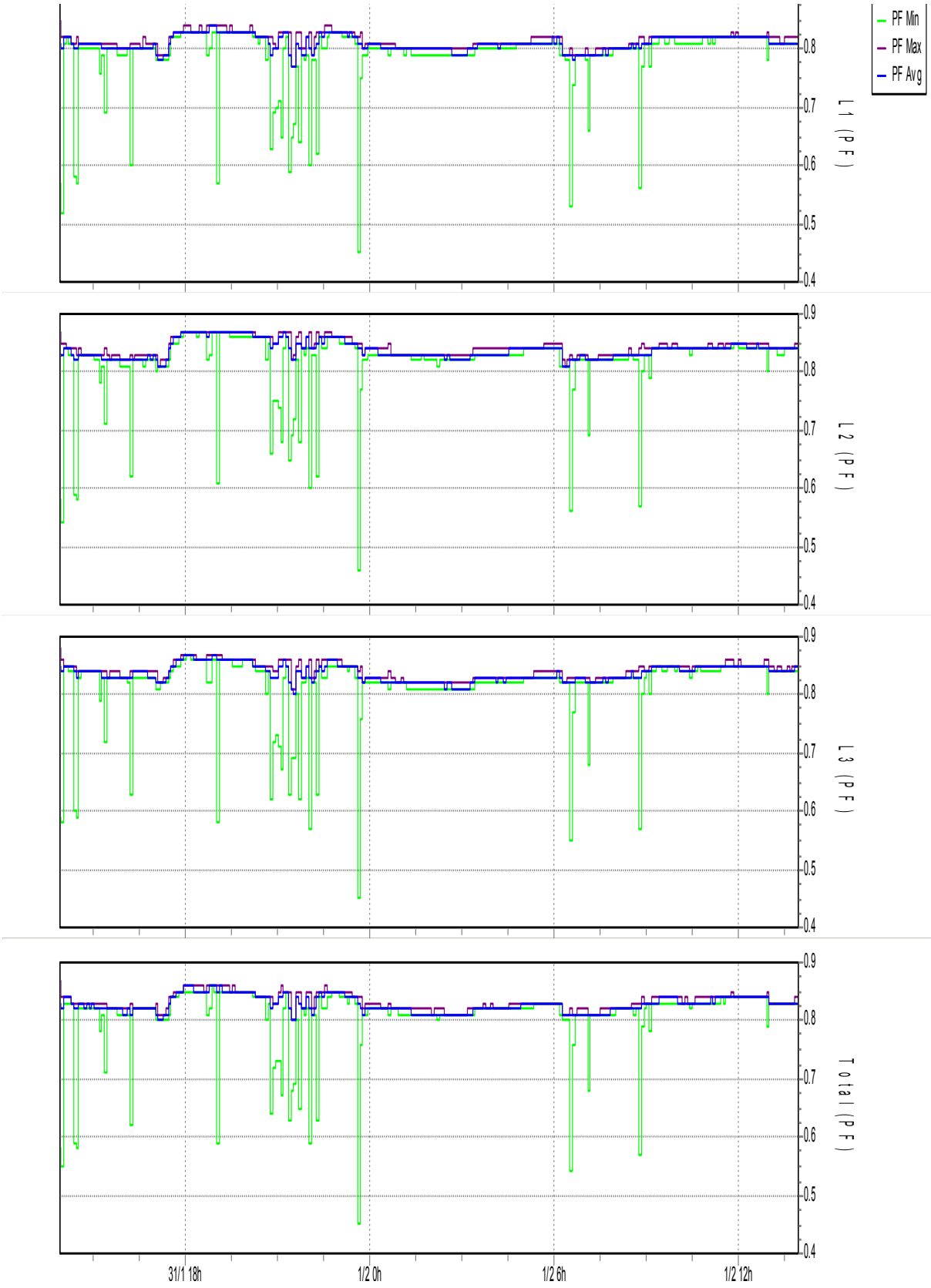
Power Factor Total Avg	Apparent Power Total	Reactive Power	Active Power Total Avg	Time	Date
0.83	290500	161300	241500	13:41	1/2/2010
0.83	291100	161400	242200	13:46	1/2/2010
0.83	290500	161000	241700	13:51	1/2/2010
0.83	290000	160400	241500	13:56	1/2/2010
0.83	288900	160300	240200	14:01	1/2/2010
0.83	281500	158400	232600	14:06	1/2/2010
0.83	290800	161000	242000	14:11	1/2/2010
0.83	291500	161300	242700	14:16	1/2/2010
0.83	292600	161400	244000	14:21	1/2/2010
0.83	293000	161500	244300	14:26	1/2/2010
0.83	291700	160600	243400	14:31	1/2/2010
0.83	290900	160700	242300	14:36	1/2/2010
0.83	291600	161600	242600	14:41	1/2/2010
0.75	154100	85400	128100	14:46	1/2/2010



رسم تخطيطي للجهد والتيار

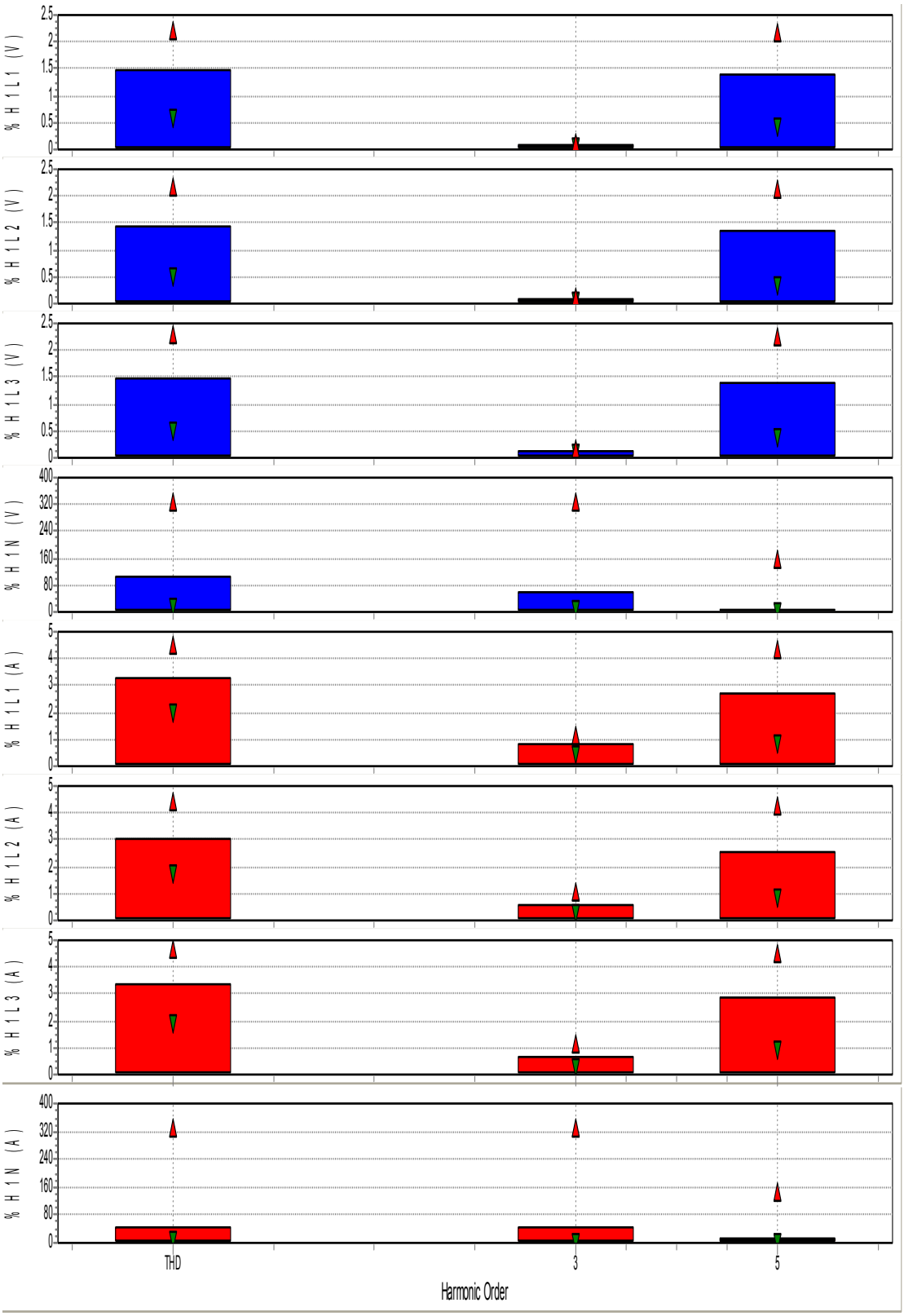
(الدخول الرئيسي)

رسم



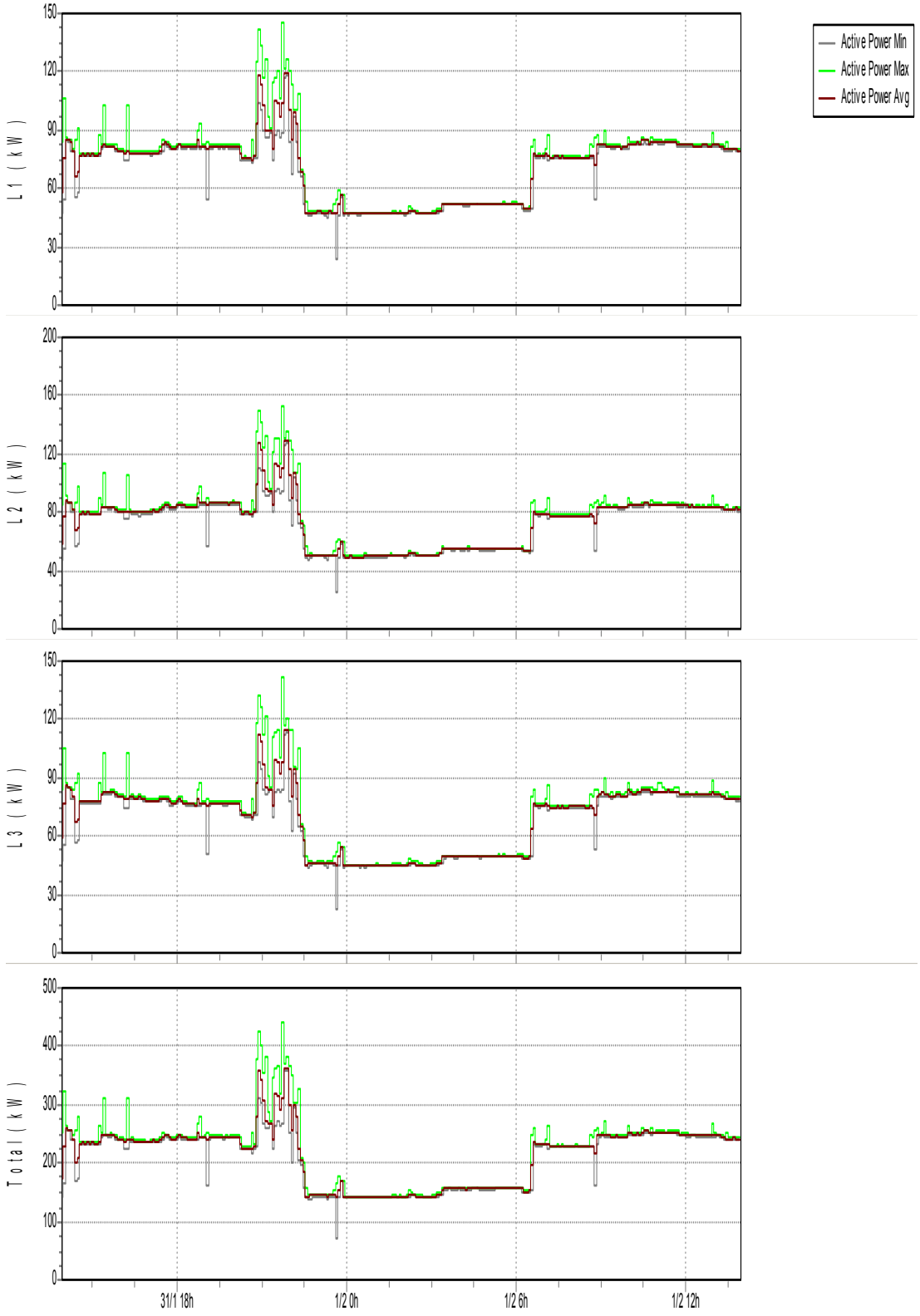
تخطيطي لمعامل القدرة

(الدخول الرئيسي)



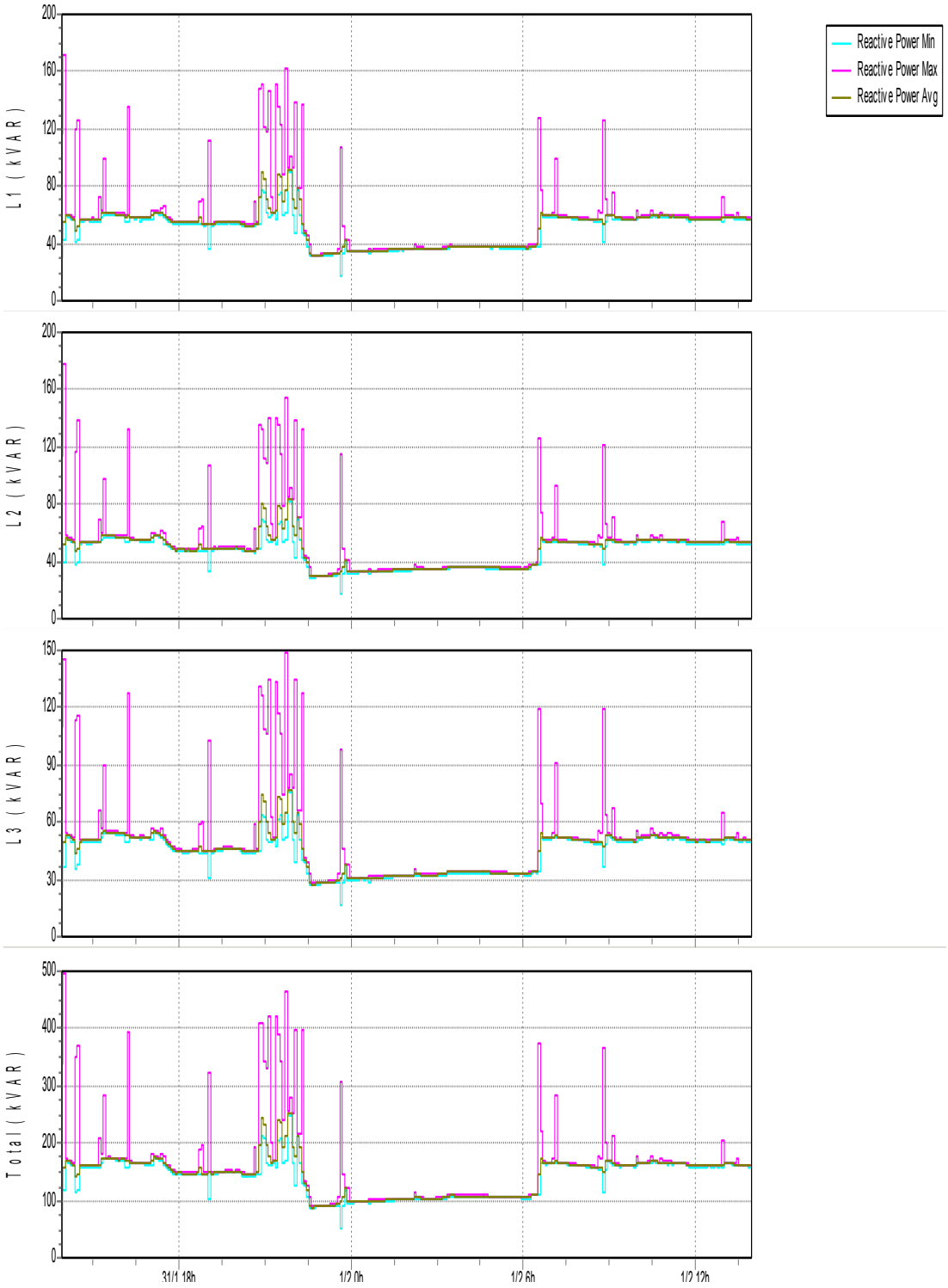
رسم تخطيطي للتوافقيات

(الدخول الرئيسي)



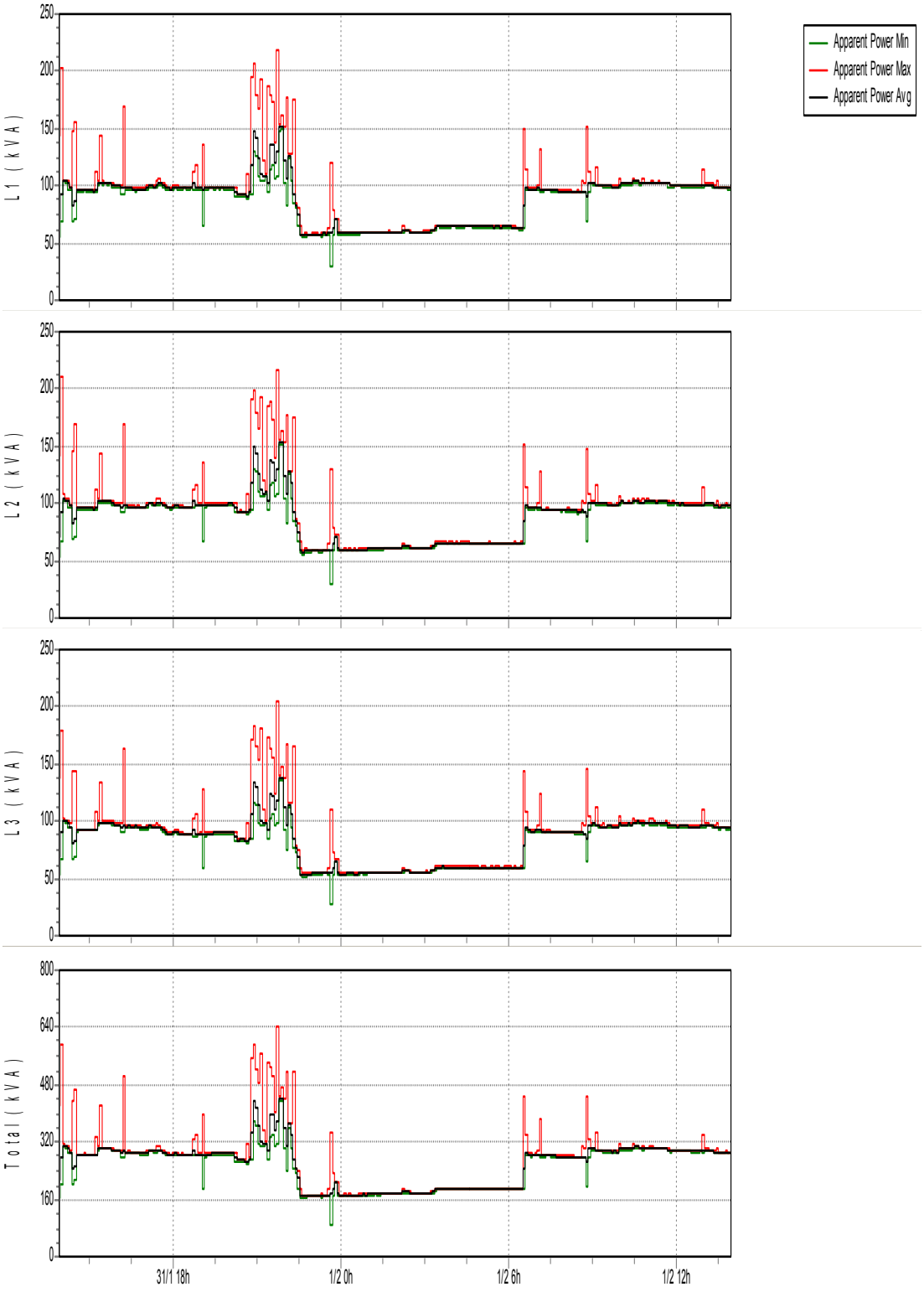
رسم تخطيطي للقدرة الفعالة

(الدخول الرئيسي)



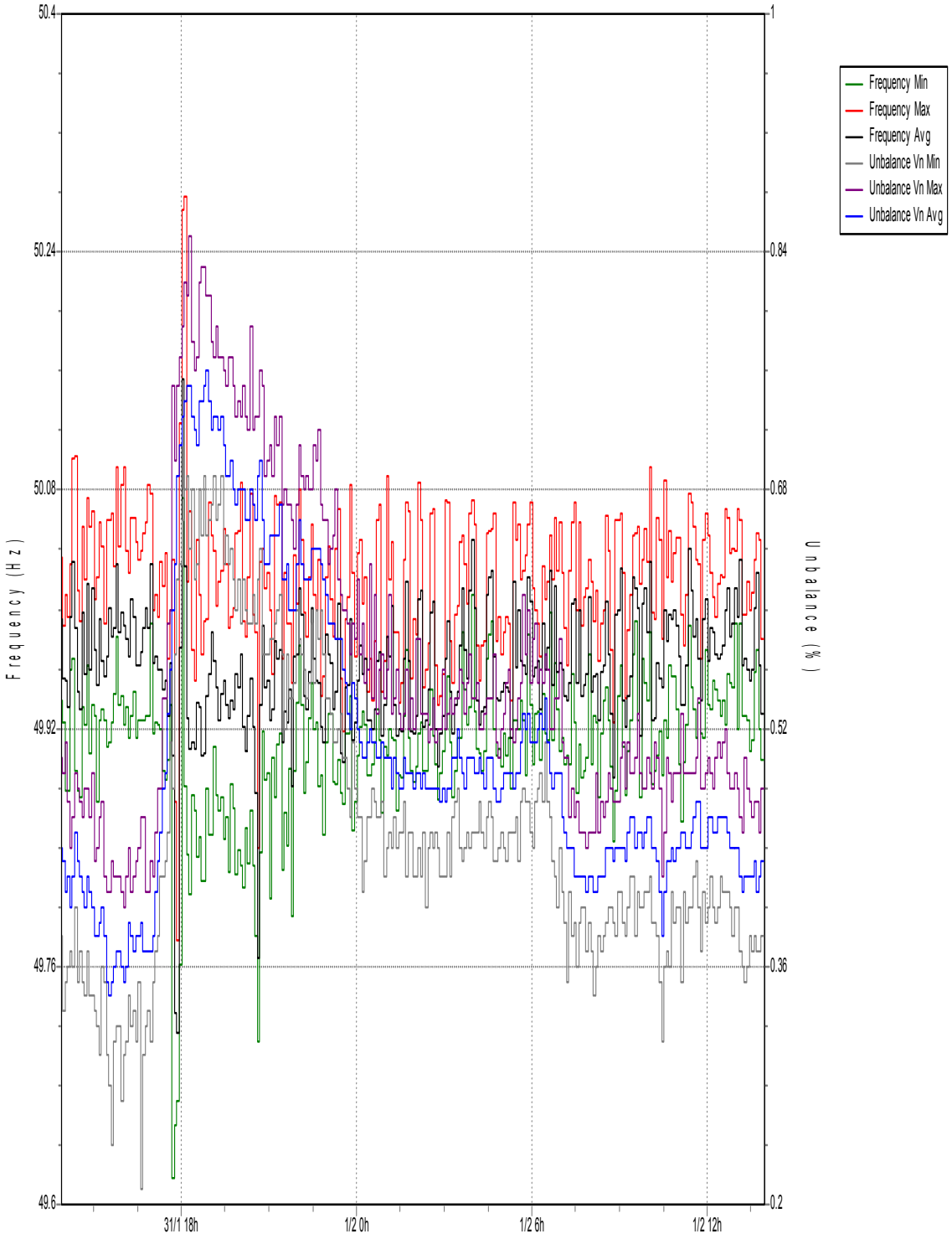
رسم تخطيطي للقدرة غير الفعالة

(الدخول الرئيسي)



رسم تخطيطي للقدرة الظاهرية

(الدخول الرئيسي)



رسم تخطيطي للتردد

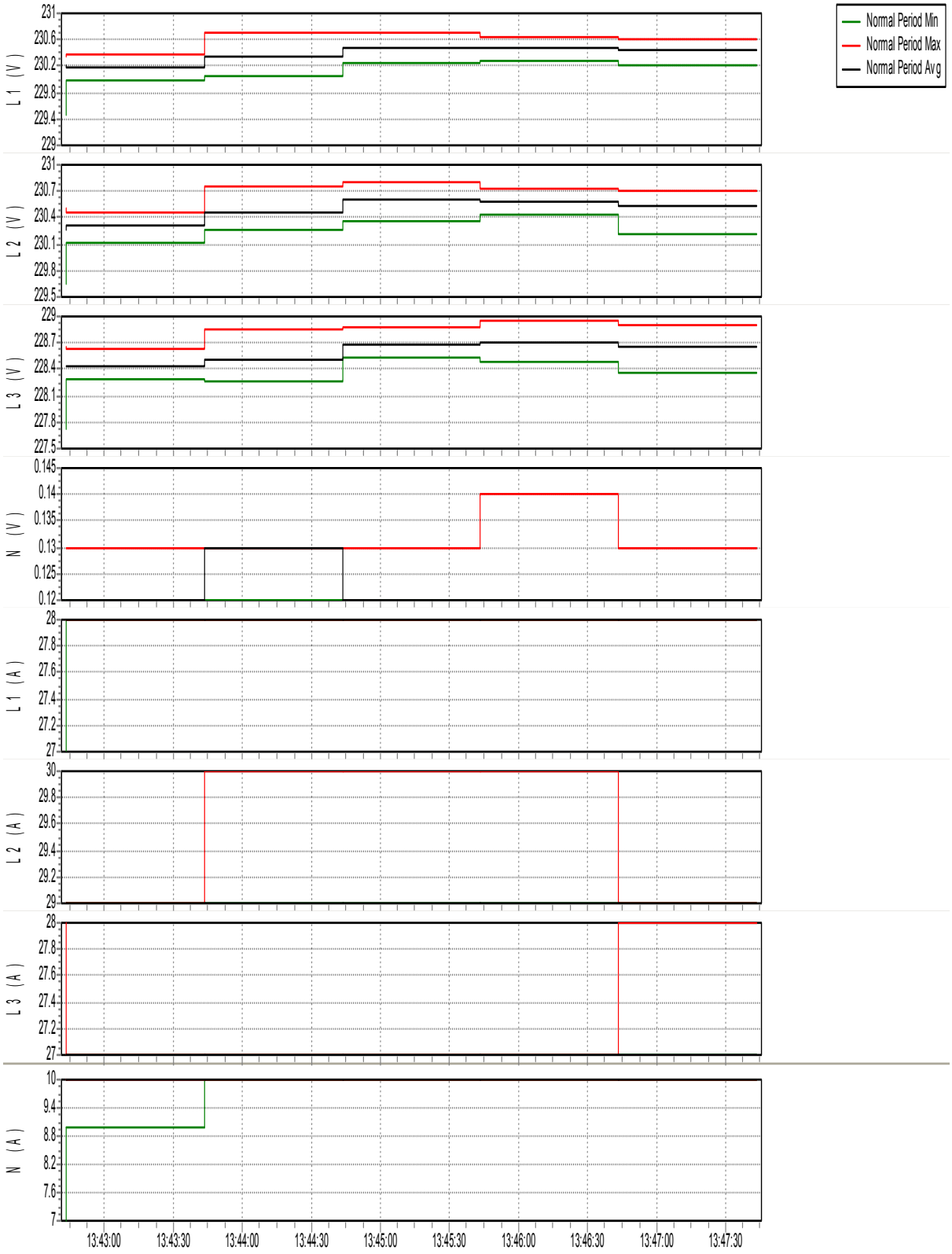
(الدخول الرئيسي)

ثانياً: الأحمال المنفردة

١- طلمبات العكرة

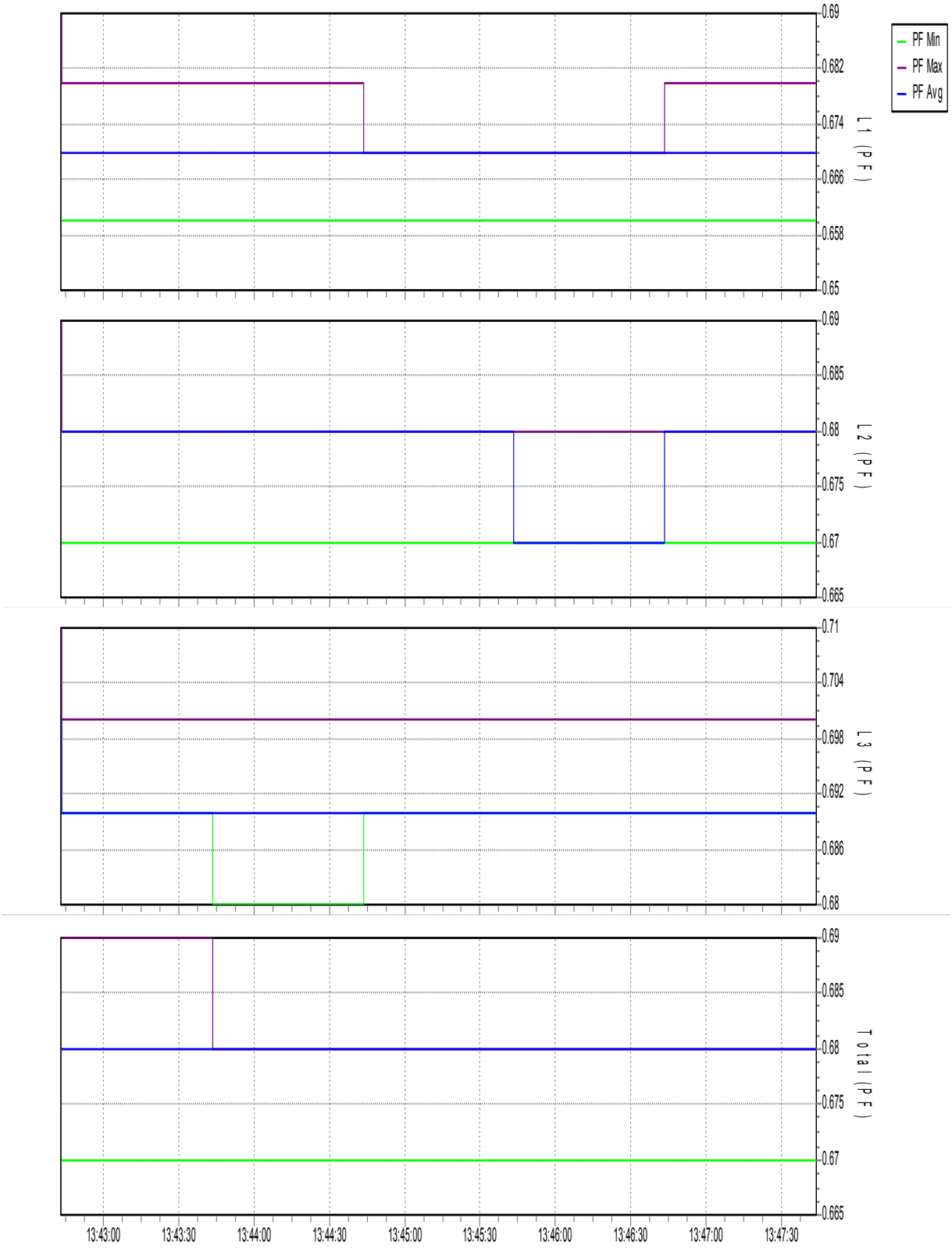
Frequency Avg	Current N Avg	Current L3	Current L2	Current L1	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
50.037	10	27	29	28	0.12	228.43	230.26	230.21	13:42	3/2/2010
49.988	10	27	29	28	0.12	228.43	230.3	230.17	13:43	3/2/2010
49.968	10	27	29	28	0.13	228.52	230.46	230.34	13:44	3/2/2010
49.978	10	27	29	28	0.12	228.68	230.61	230.47	13:45	3/2/2010
49.966	10	27	29	28	0.12	228.71	230.59	230.48	13:46	3/2/2010
49.969	10	27	29	28	0.12	228.66	230.53	230.43	13:47	3/2/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total Avg	Reactive Power Total Avg	Active Power Total Avg	Time	Date
0.68	19300	14100	13200	13:42	3/2/2010
0.68	19300	14200	13100	13:43	3/2/2010
0.68	19400	14200	13100	13:44	3/2/2010
0.68	19400	14200	13100	13:45	3/2/2010
0.68	19400	14300	13100	13:46	3/2/2010
0.68	19400	14200	13100	13:47	3/2/2010



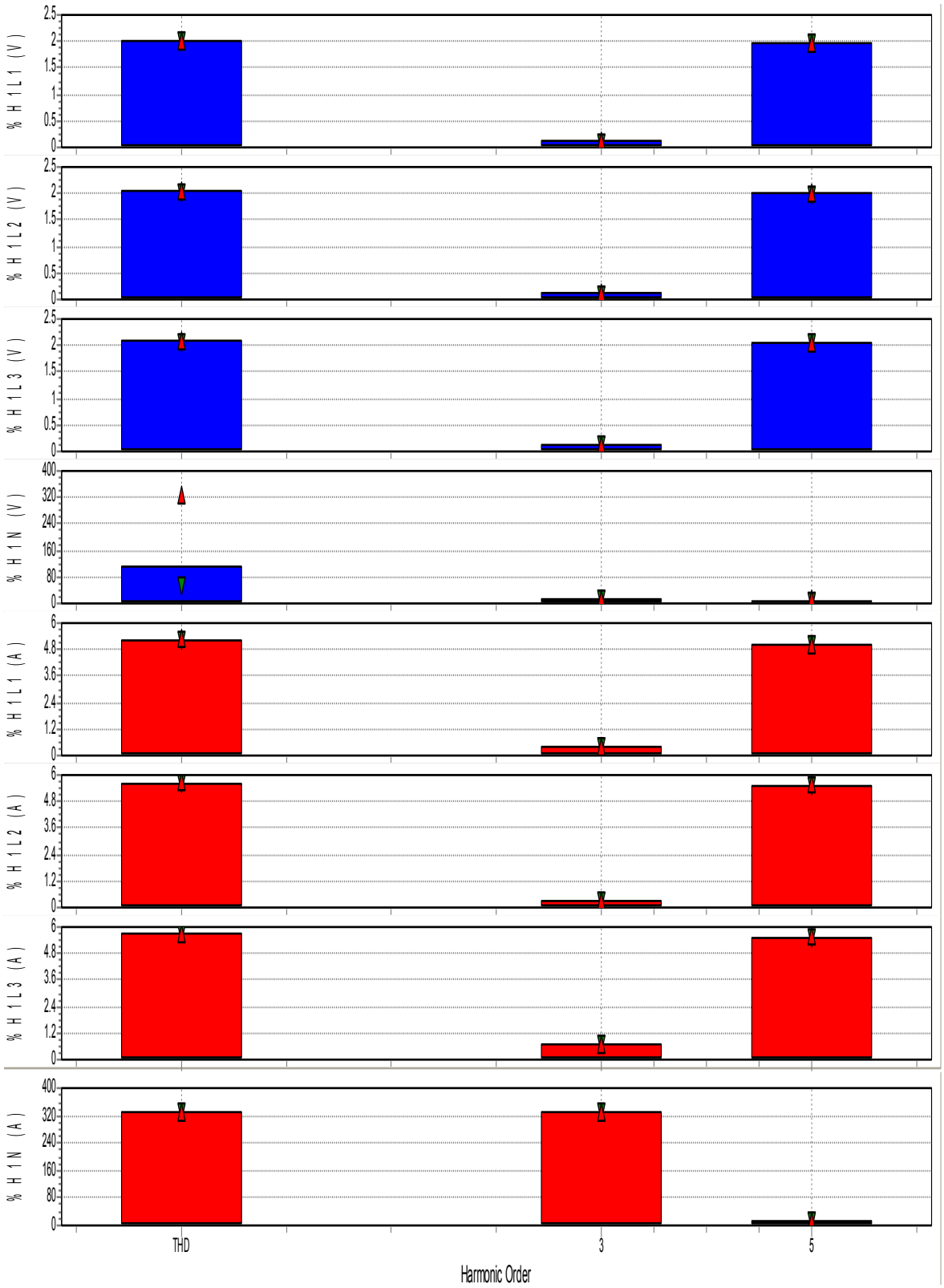
رسم تخطيطي للجهد والتيار

(طلمبات العكرة)



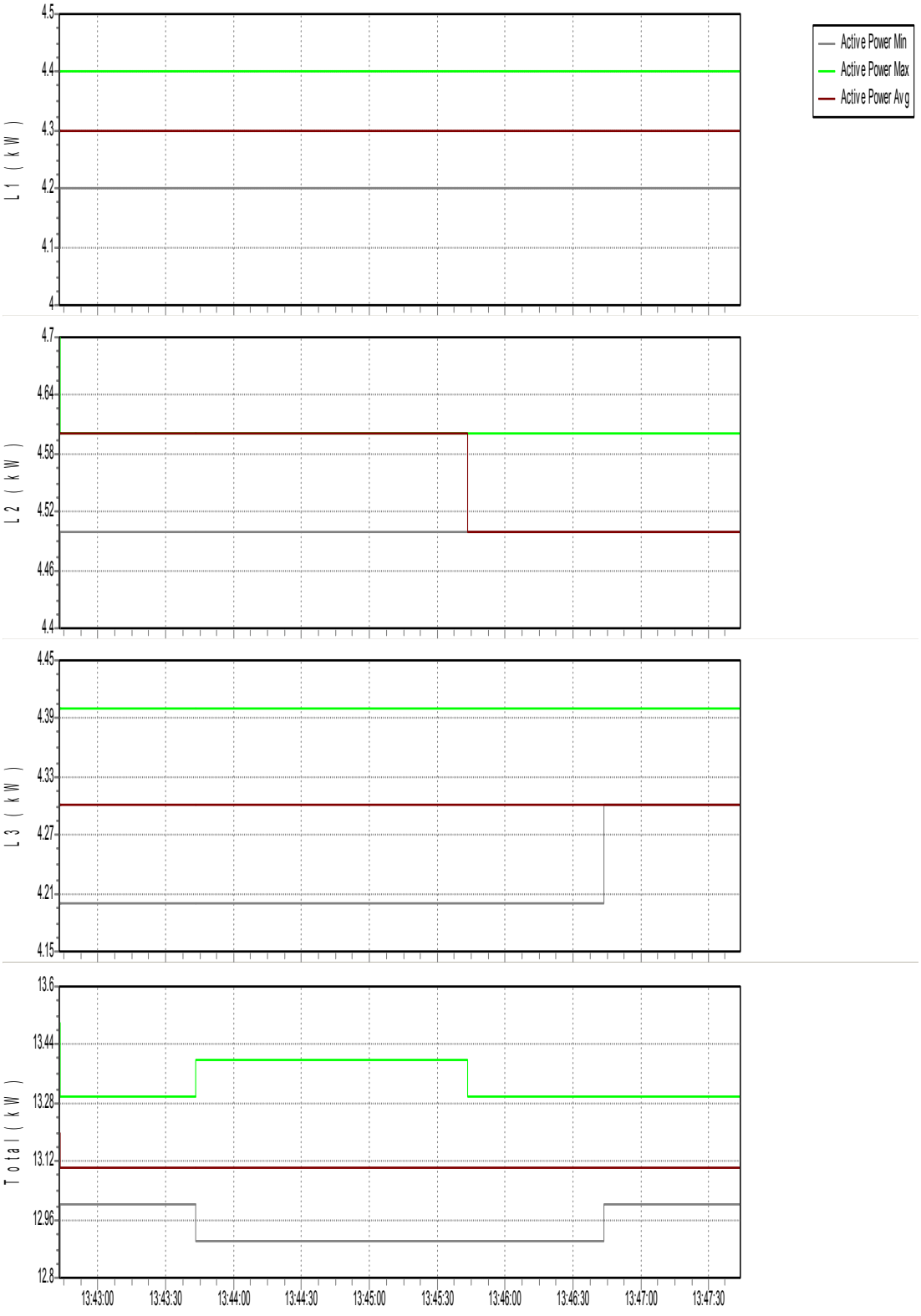
رسم تخطيطي لمعامل القدرة

(طلمبات العكرة)



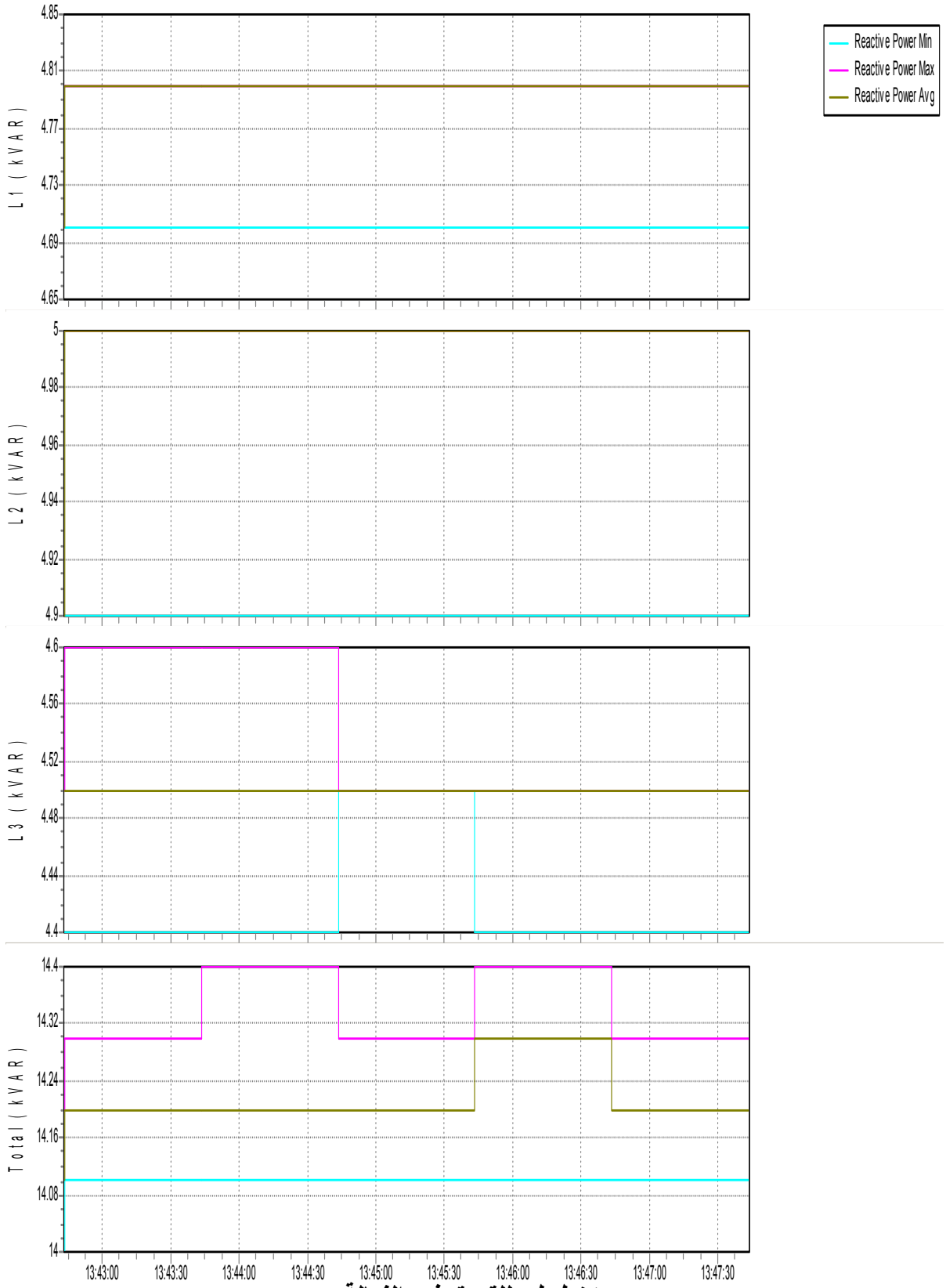
رسم تخطيطي للتوافقيات

(طلمبات العكرة)



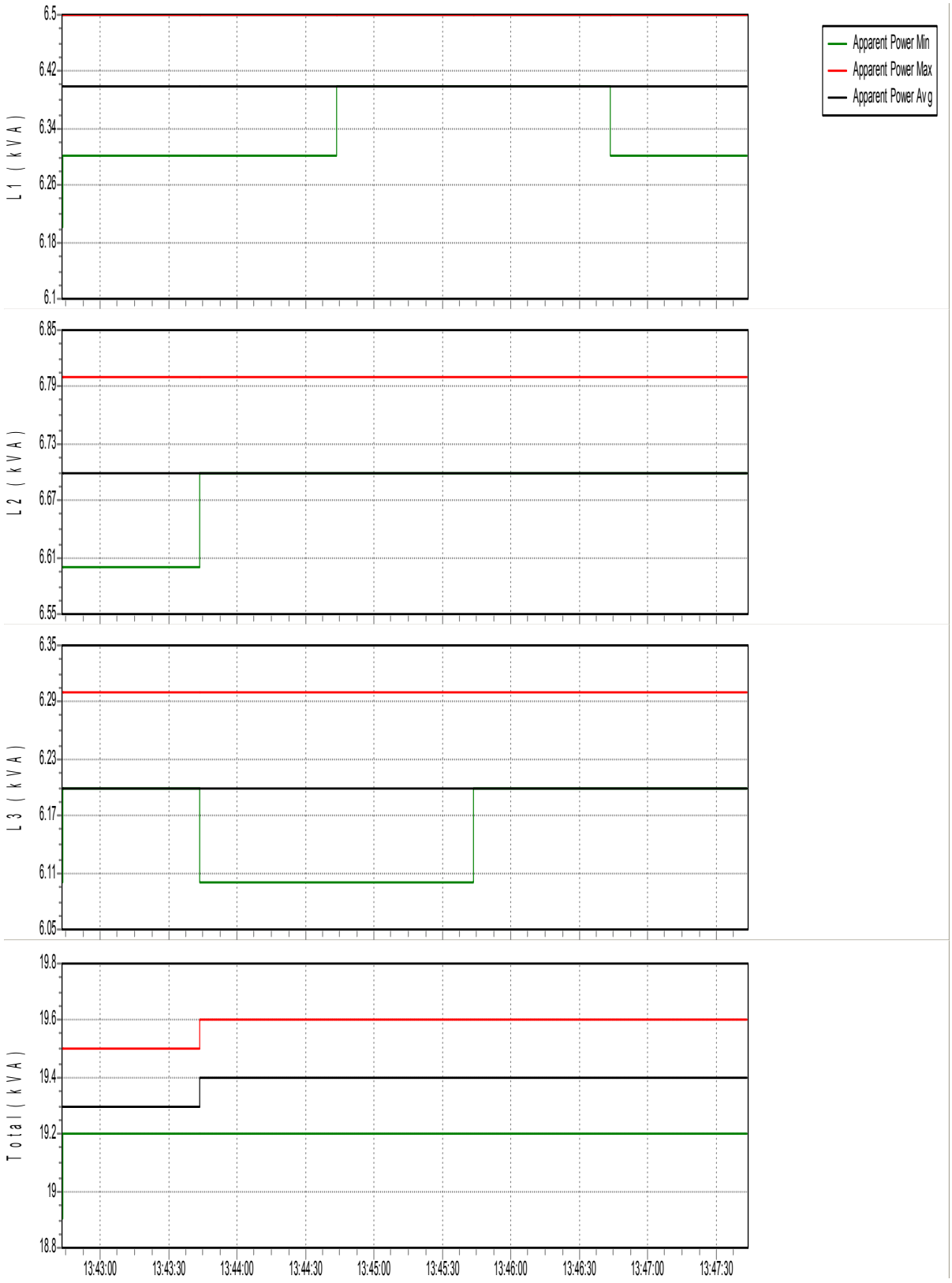
رسم تخطيطي للقدرة الفعالة

(طلمبات العكرة)



رسم تخطيطي للقدرة غير الفعالة

(طلمبات العكرة)



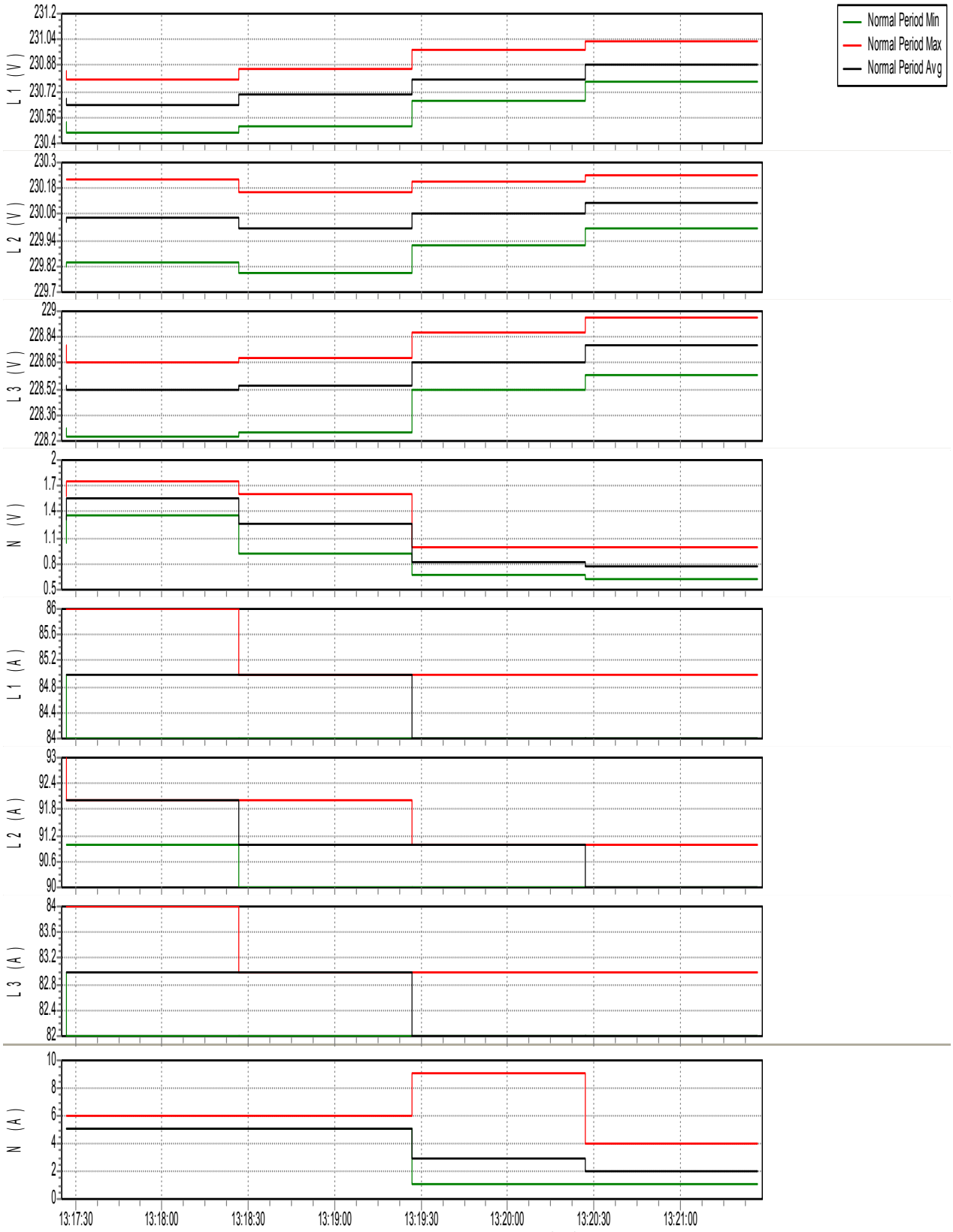
رسم تخطيطي للقدرة الظاهرية

(طلمبات العكرة)

٢- طلمبات الغسيل

Frequency Avg	Current N Avg	Current L3	Current L2	Current L1	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.946	5	83	92	85	1.32	228.54	230.02	230.68	13:17	3/2/2010
49.987	5	83	92	85	1.56	228.52	230.04	230.64	13:18	3/2/2010
49.969	5	83	91	85	1.27	228.54	230	230.7	13:19	3/2/2010
49.983	3	82	91	84	0.82	228.69	230.06	230.79	13:20	3/2/2010
49.98	2	82	90	84	0.78	228.79	230.11	230.89	13:21	3/2/2010

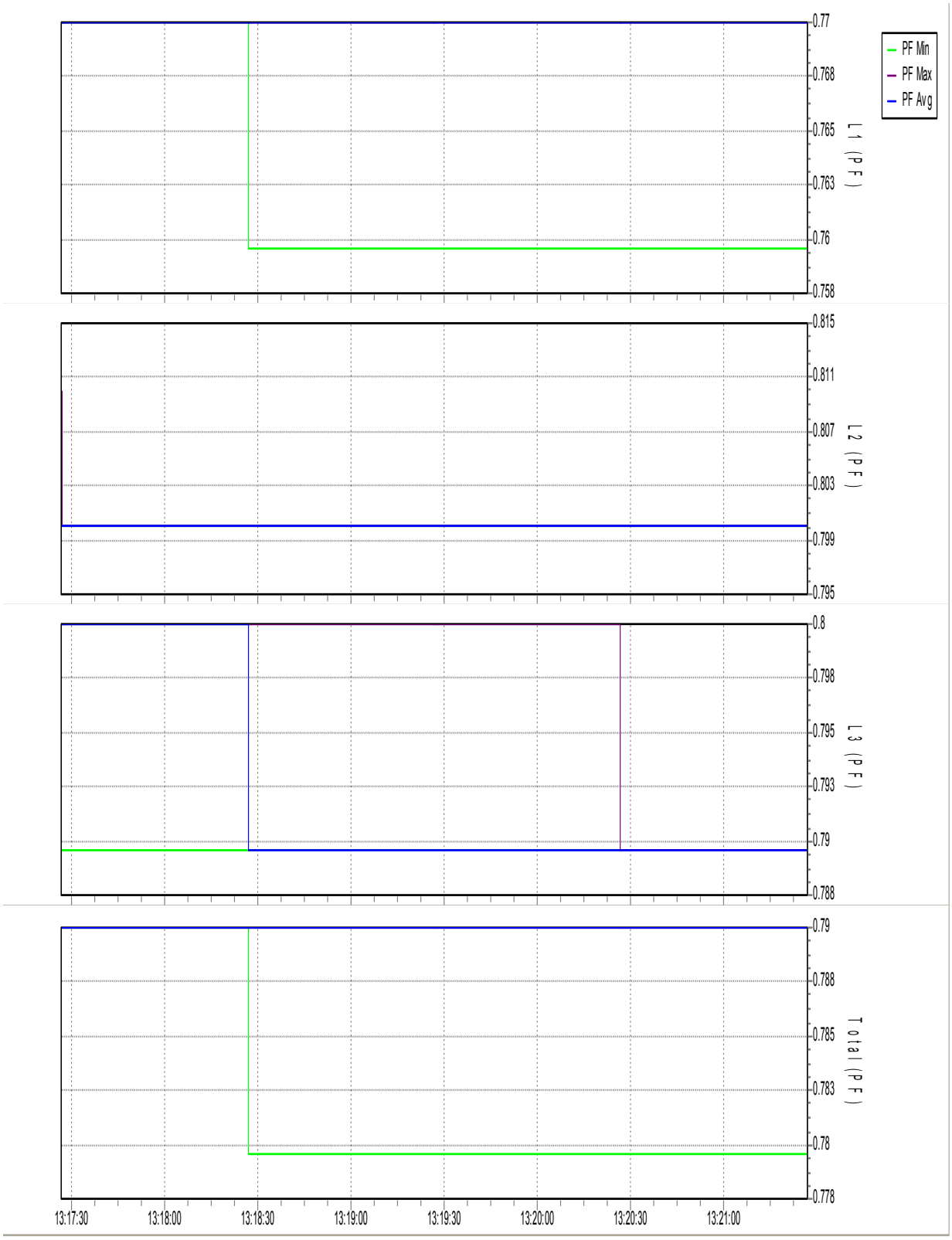
Power Factor Total Avg	Apparent Power Total Avg	Reactive Power Total Avg	Active Power Total Avg	Time	Date
0.79	59900	36700	47200	13:17	3/2/2010
0.79	59700	36600	47100	13:18	3/2/2010
0.79	59400	36600	46700	13:19	3/2/2010
0.79	59200	36500	46500	13:20	3/2/2010
0.79	59100	36500	46400	13:21	3/2/2010



رسم تخطيطي للجهد والتيار

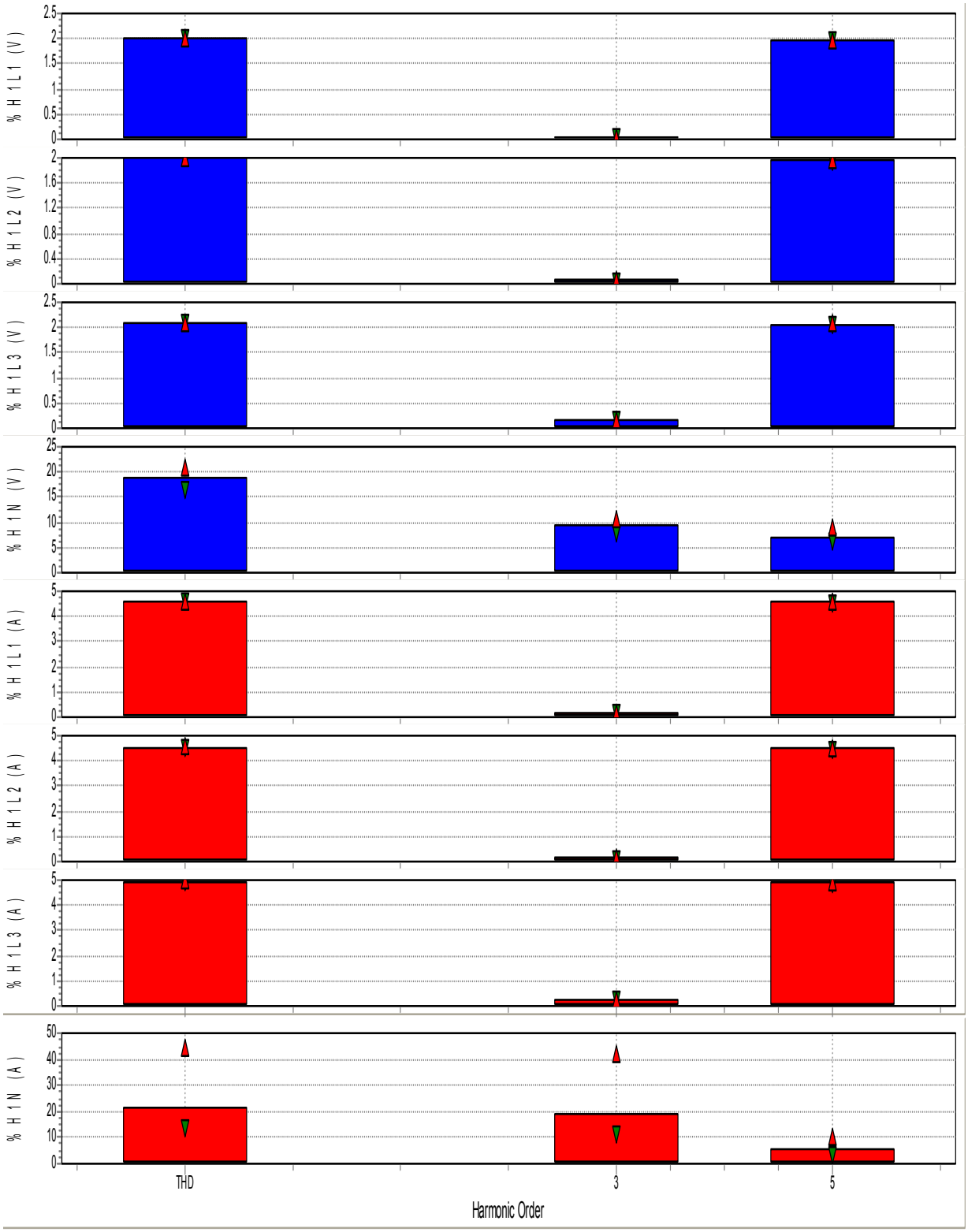
(طلمبات الغسيل)

رسم



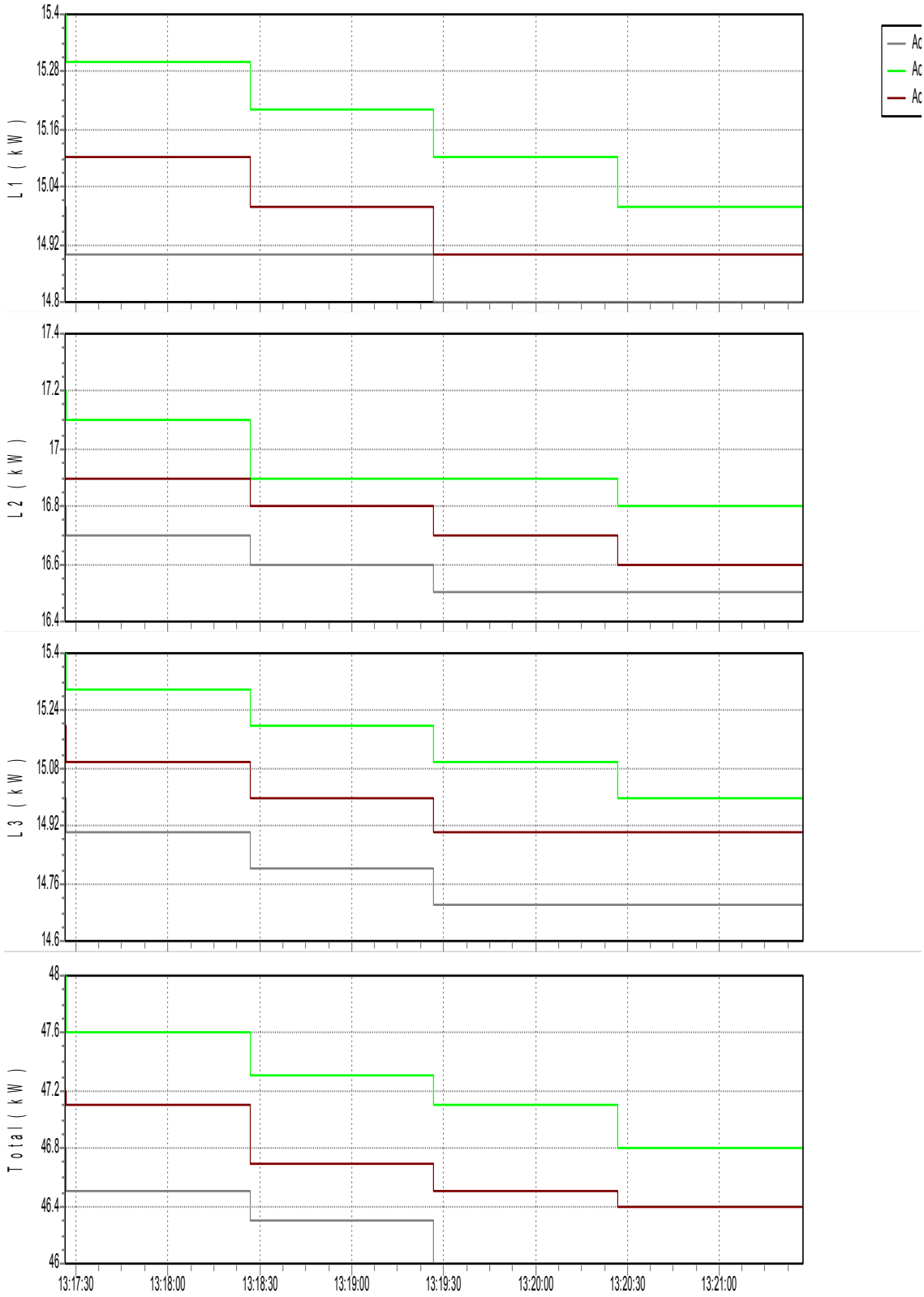
تخطيطي لمعامل القدرة

(طلمبات الغسيل)



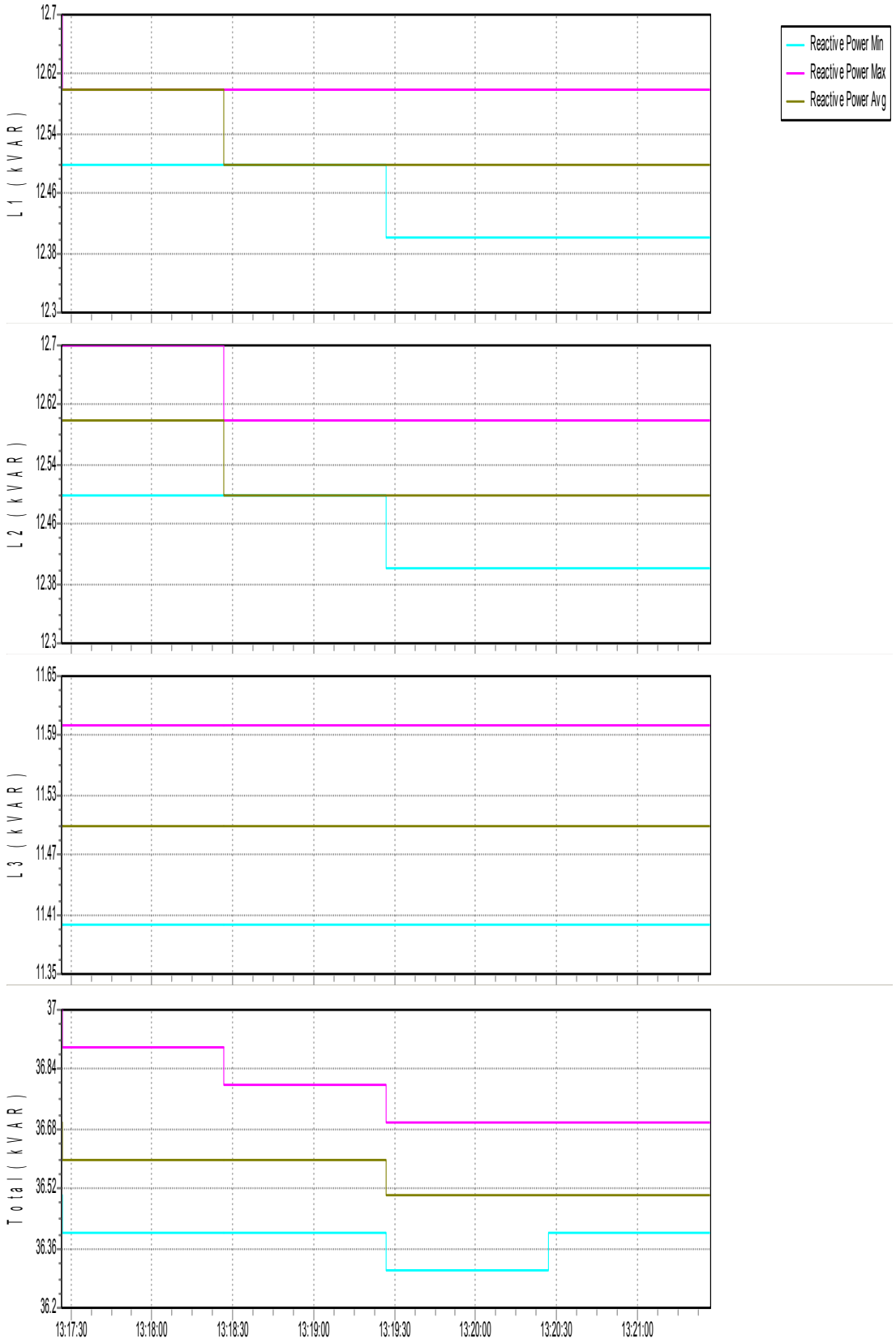
رسم تخطيطي للتوافقيات

(طلمبات الغسيل)



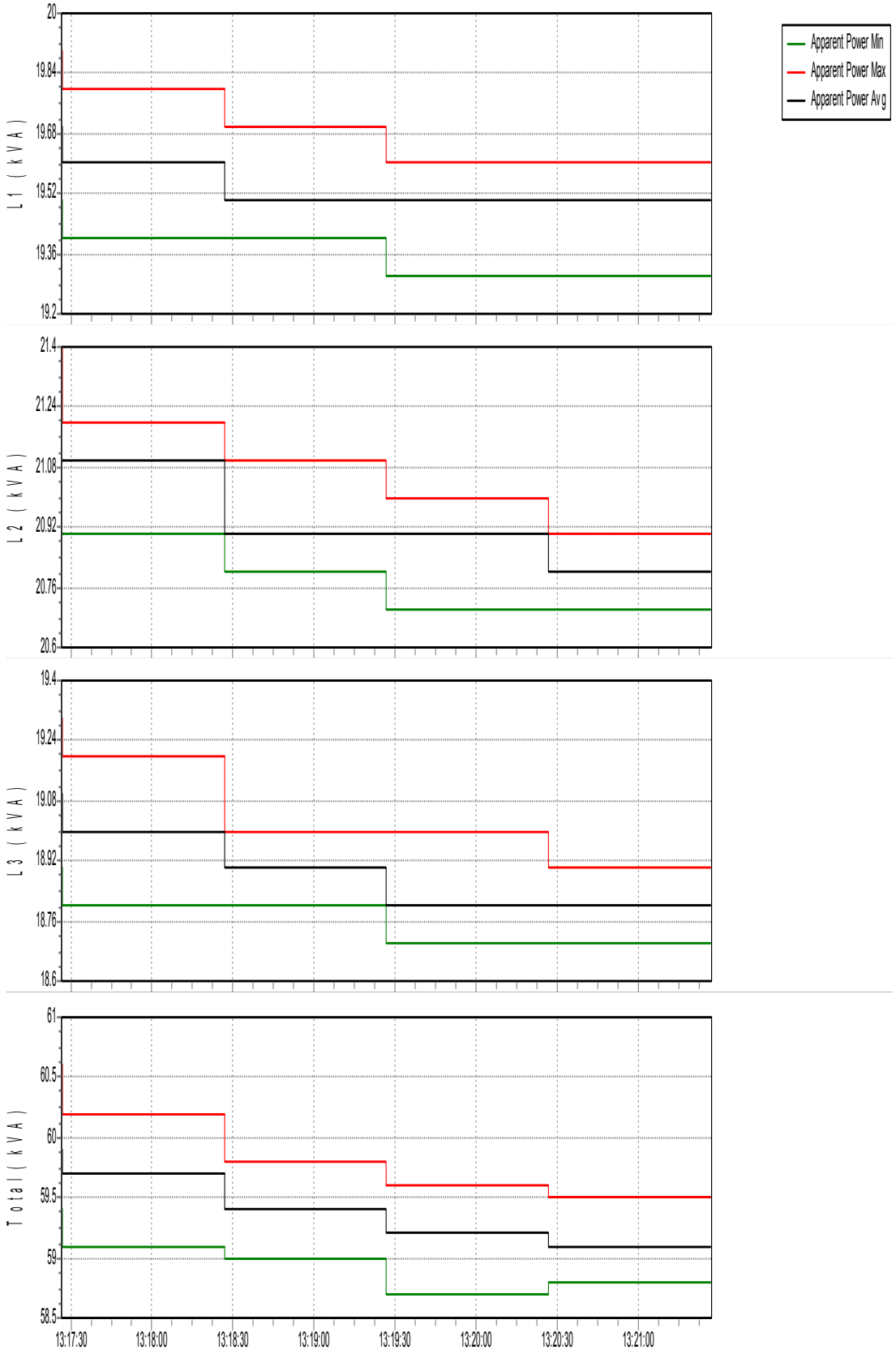
رسم تخطيطي للقدرة الفعالة

(طلمبات الغسيل)



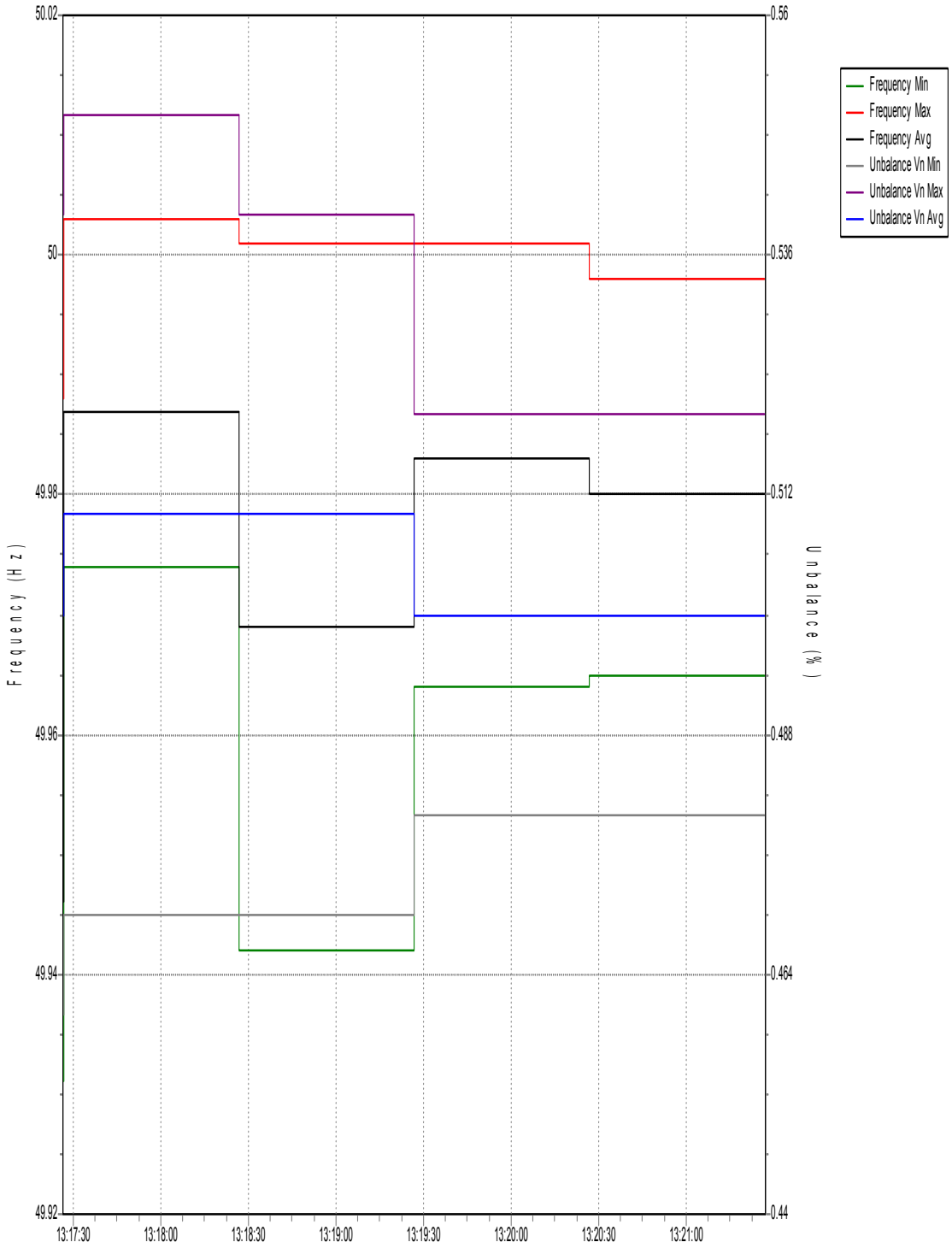
رسم تخطيطي للقدرة غير الفعالة

(طلمبات الغسيل)



رسم تخطيطي للقدرة الظاهرية

(طلمبات الغسيل)



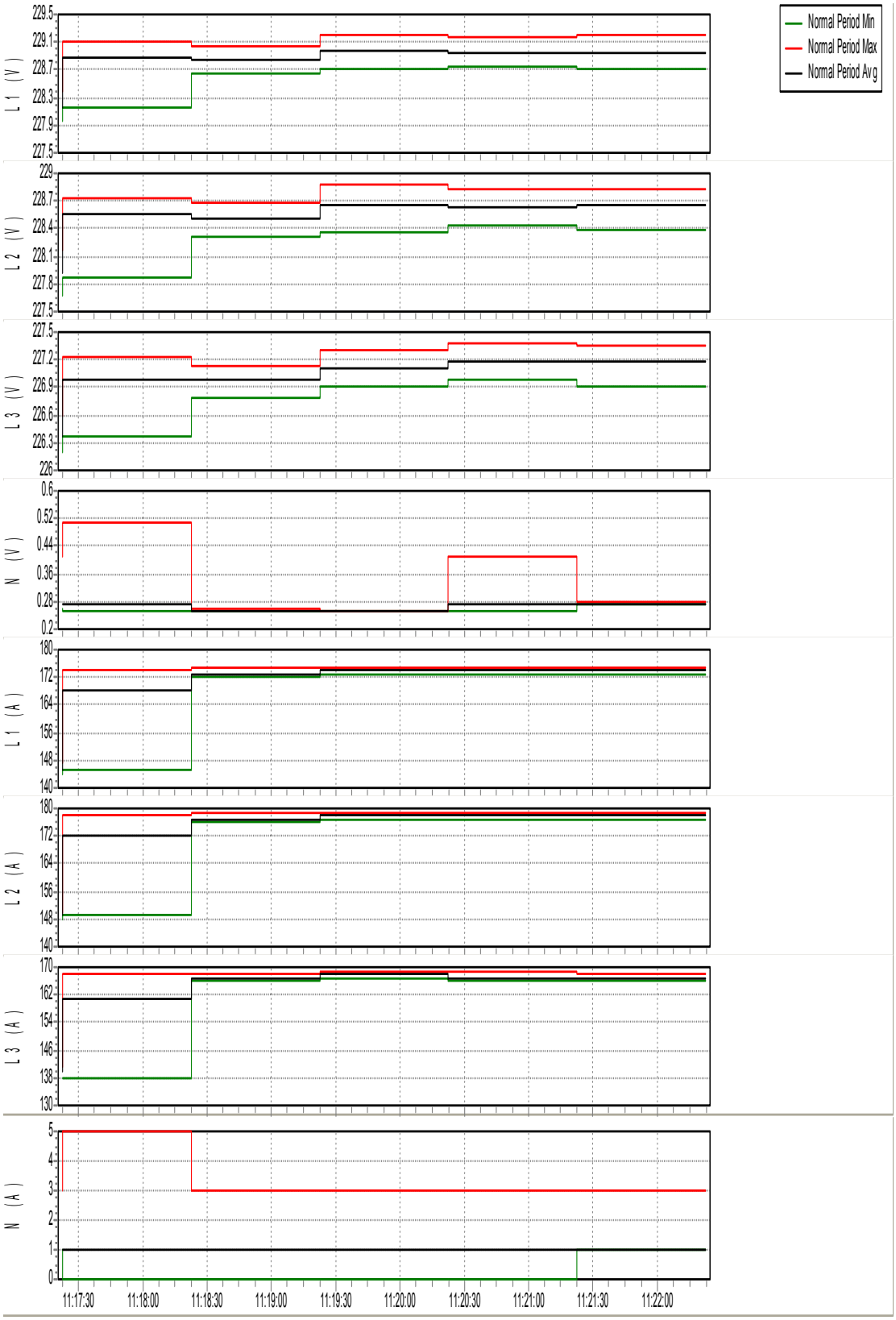
رسم تخطيطي للتردد

(طلمبات الغسيل)

٣- طلمبات المياه المرشحة ١

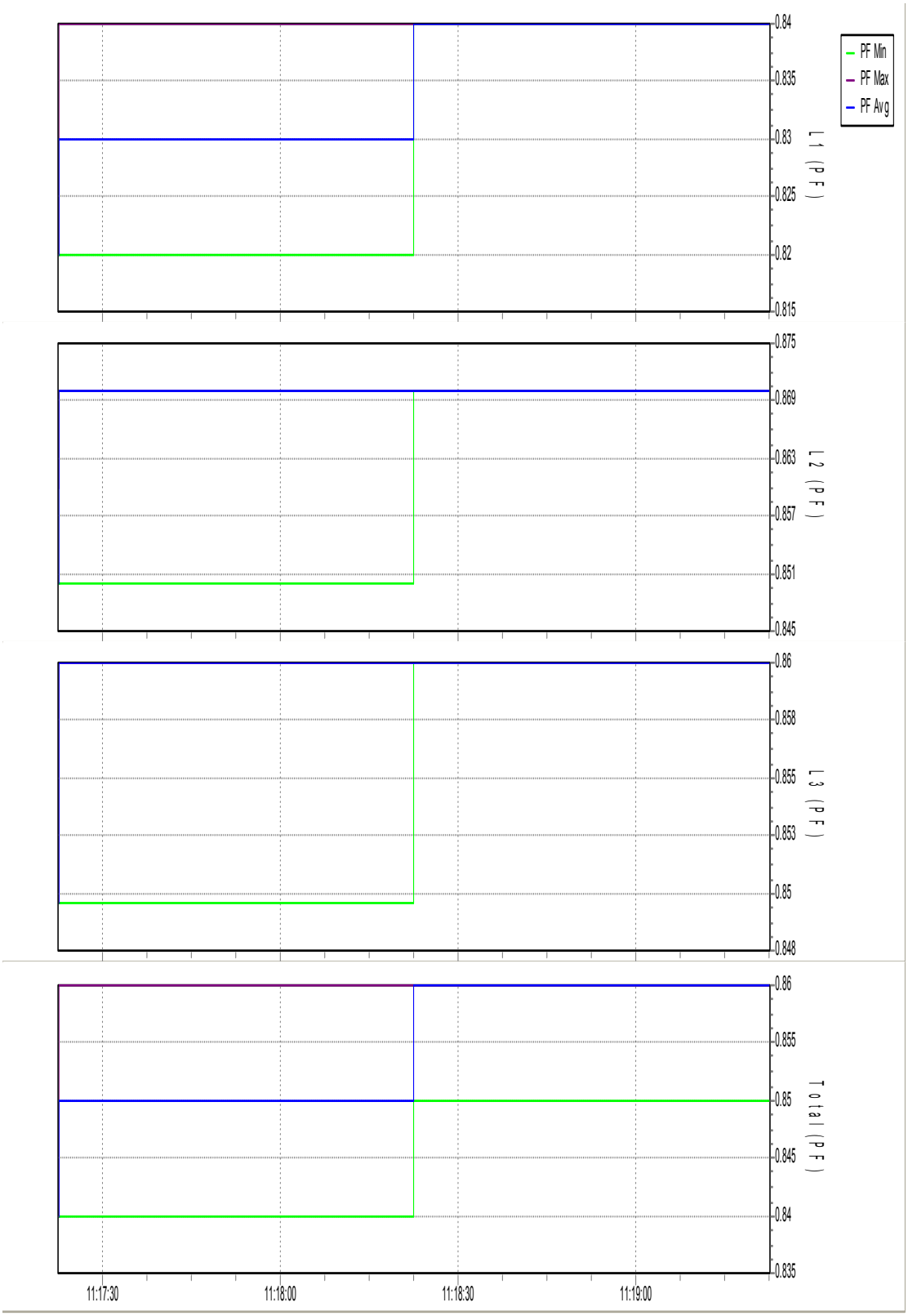
Frequency Avg	Current N Avg	Current L3	Current L2	Current L1	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.955	1	140	149	145	0.27	226.37	227.93	228.16	11:17	3/2/2010
49.954	1	161	172	168	0.27	226.98	228.55	228.88	11:18	3/2/2010
49.95	1	167	177	173	0.25	226.98	228.5	228.84	11:19	3/2/2010
49.96	1	168	178	174	0.25	227.11	228.65	228.96	11:20	3/2/2010
49.926	1	167	178	174	0.27	227.17	228.62	228.95	11:21	3/2/2010
49.934	1	167	178	174	0.27	227.17	228.66	228.94	11:22	3/2/2010
49.926	1	168	178	175	0.27	227.18	228.67	228.93	11:23	3/2/2010
49.979	1	169	179	175	0.27	227.28	228.73	229.04	11:24	3/2/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total Avg	Reactive Power Total Avg	Active Power Total Avg	Time	Date
0.84	98700	53300	83100	11:17	3/2/2010
0.85	113900	59400	97200	11:18	3/2/2010
0.86	118100	61000	101100	11:19	3/2/2010
0.86	118700	61200	101600	11:20	3/2/2010
0.86	118500	61100	101400	11:21	3/2/2010
0.86	118400	61100	101400	11:22	3/2/2010
0.86	119000	61300	101900	11:23	3/2/2010
0.86	119400	61500	102300	11:24	3/2/2010



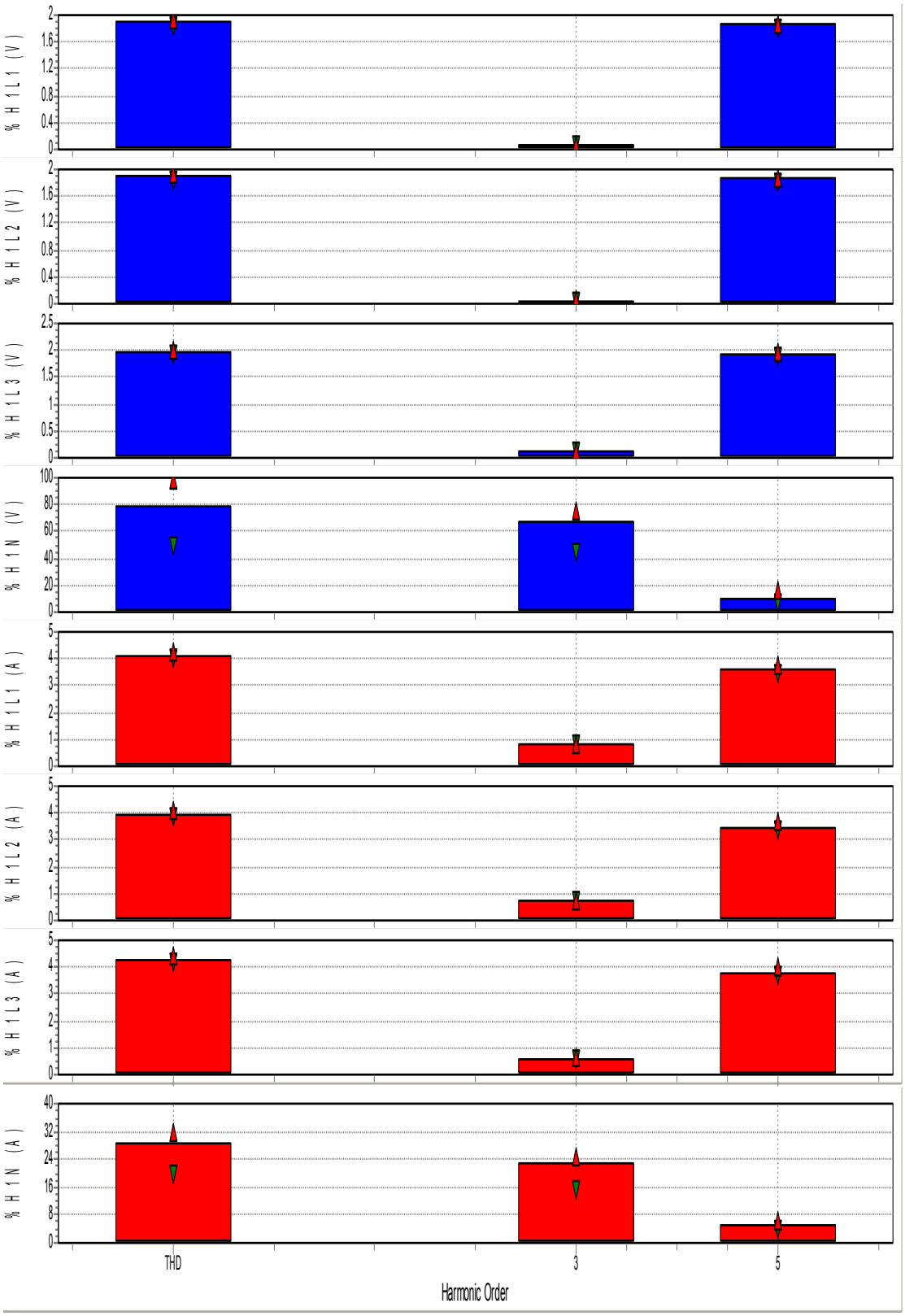
رسم تخطيطي للجهد والتيار

(طلمبات المياه المرشحة ١)



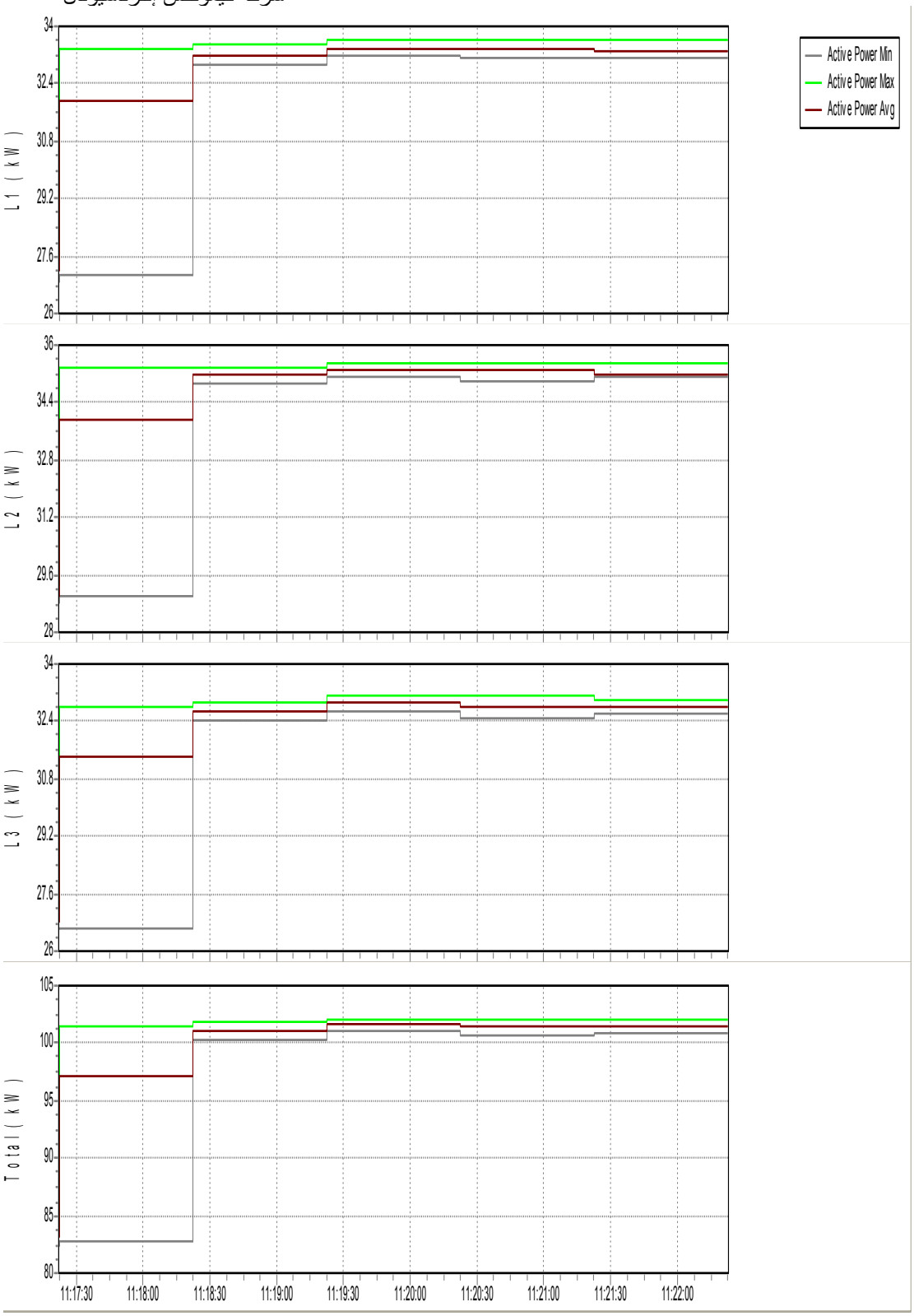
رسم تخطيطي لمعامل القدرة

(طلمبات المياه المرشحة ١)



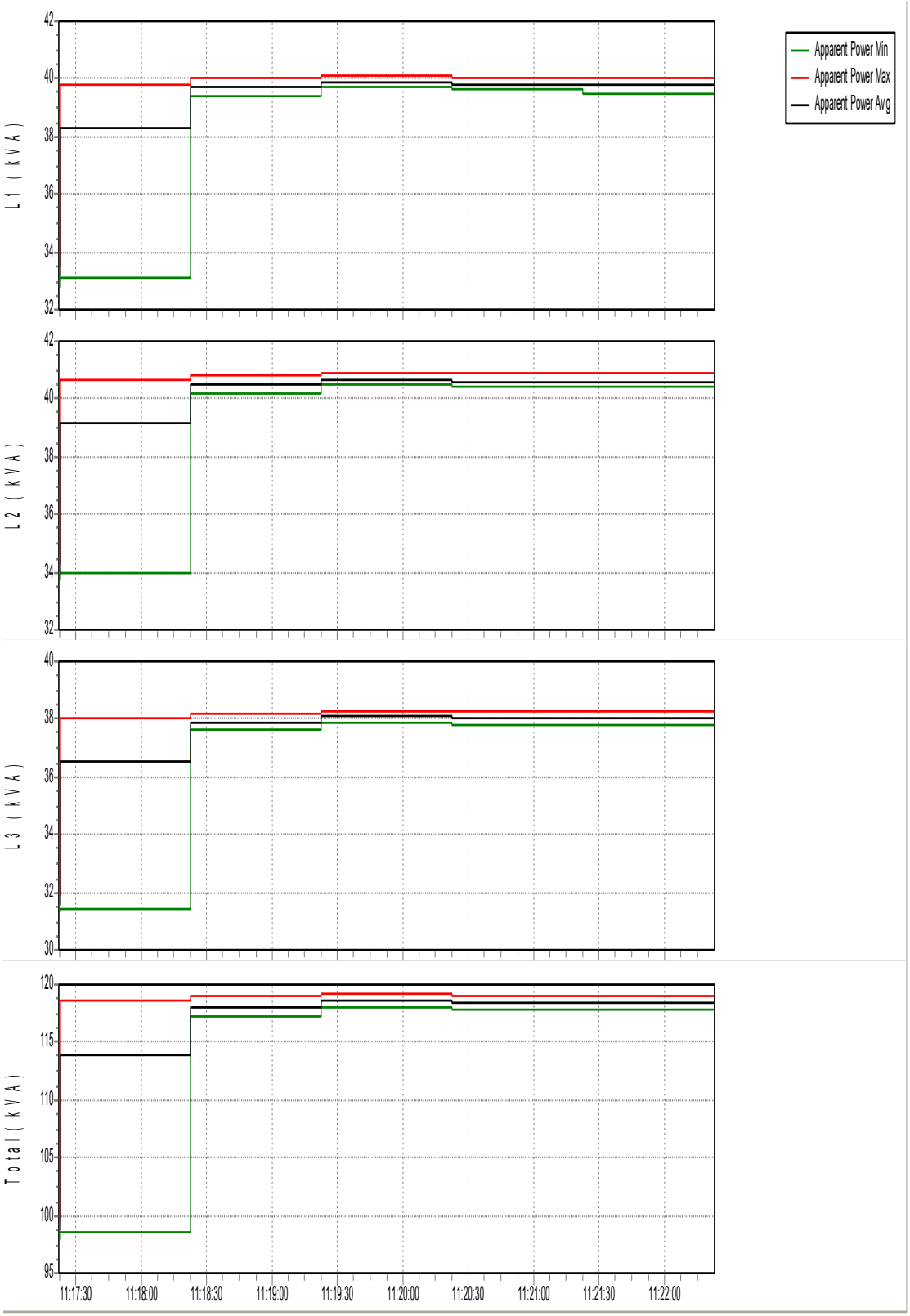
رسم تخطيطي للتوافقيات

(طلمبات المياه المرشحة ١)



رسم تخطيطي للقدرة الفعالة

(طلمبات المياه المرشحة ١)



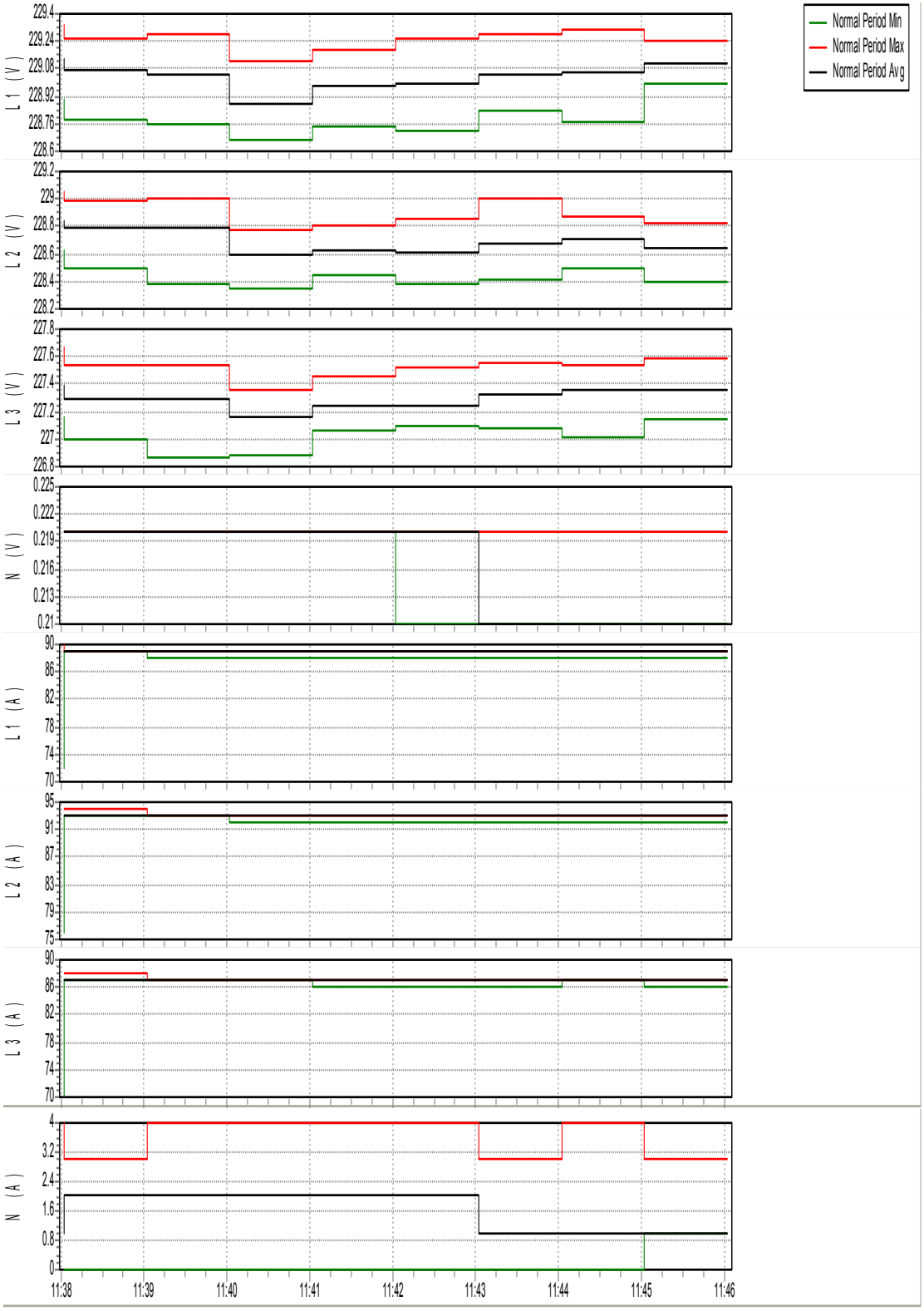
رسم تخطيطي للقدرة الظاهرية

(طلمبات المياه المرشحة ١)

٤- طلمبات المياه المرشحة ٢

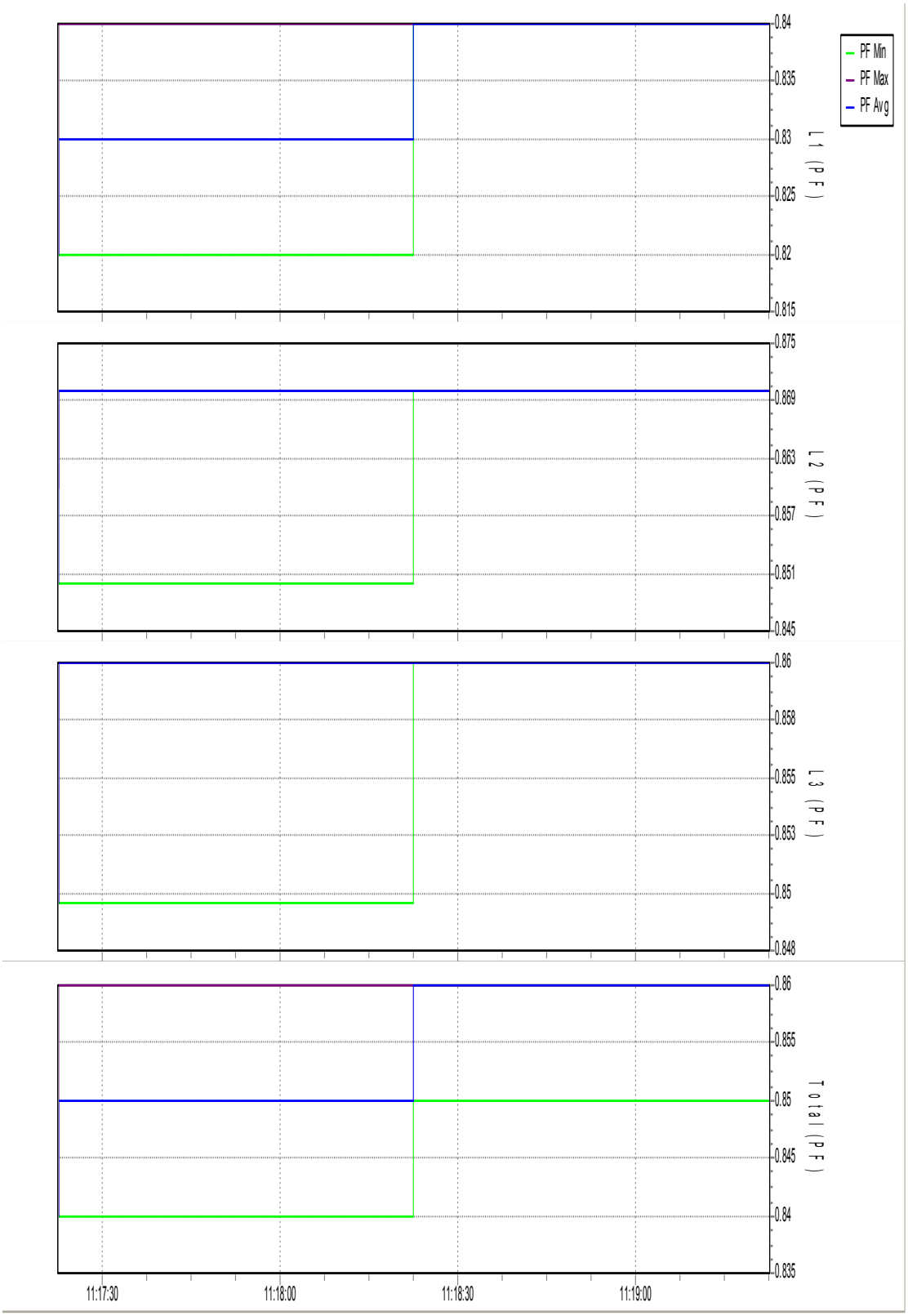
Frequency Avg	Current N Avg	Current L3	Current L2	Current L1	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
50.012	1	87	93	89	0.22	227.39	228.84	229.14	11:38	3/2/2010
50.004	2	87	93	89	0.22	227.29	228.79	229.07	11:39	3/2/2010
50.015	2	87	93	89	0.22	227.29	228.79	229.04	11:40	3/2/2010
49.947	2	87	93	89	0.22	227.16	228.59	228.88	11:41	3/2/2010
49.942	2	87	93	89	0.22	227.25	228.63	228.98	11:42	3/2/2010
49.945	2	87	93	89	0.22	227.24	228.61	229	11:43	3/2/2010
49.97	1	87	93	89	0.21	227.32	228.68	229.05	11:44	3/2/2010
49.99	1	87	93	89	0.21	227.35	228.71	229.06	11:45	3/2/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total Avg	Reactive Power Total Avg	Active Power Total Avg	Time	Date
0.91	61200	24900	55900	11:38	3/2/2010
0.91	61500	25000	56200	11:39	3/2/2010
0.91	61500	25000	56100	11:40	3/2/2010
0.91	61200	24900	55900	11:41	3/2/2010
0.91	61200	24800	55900	11:42	3/2/2010
0.91	61100	24800	55900	11:43	3/2/2010
0.91	61200	24800	55900	11:44	3/2/2010
0.91	61300	24900	56000	11:45	3/2/2010



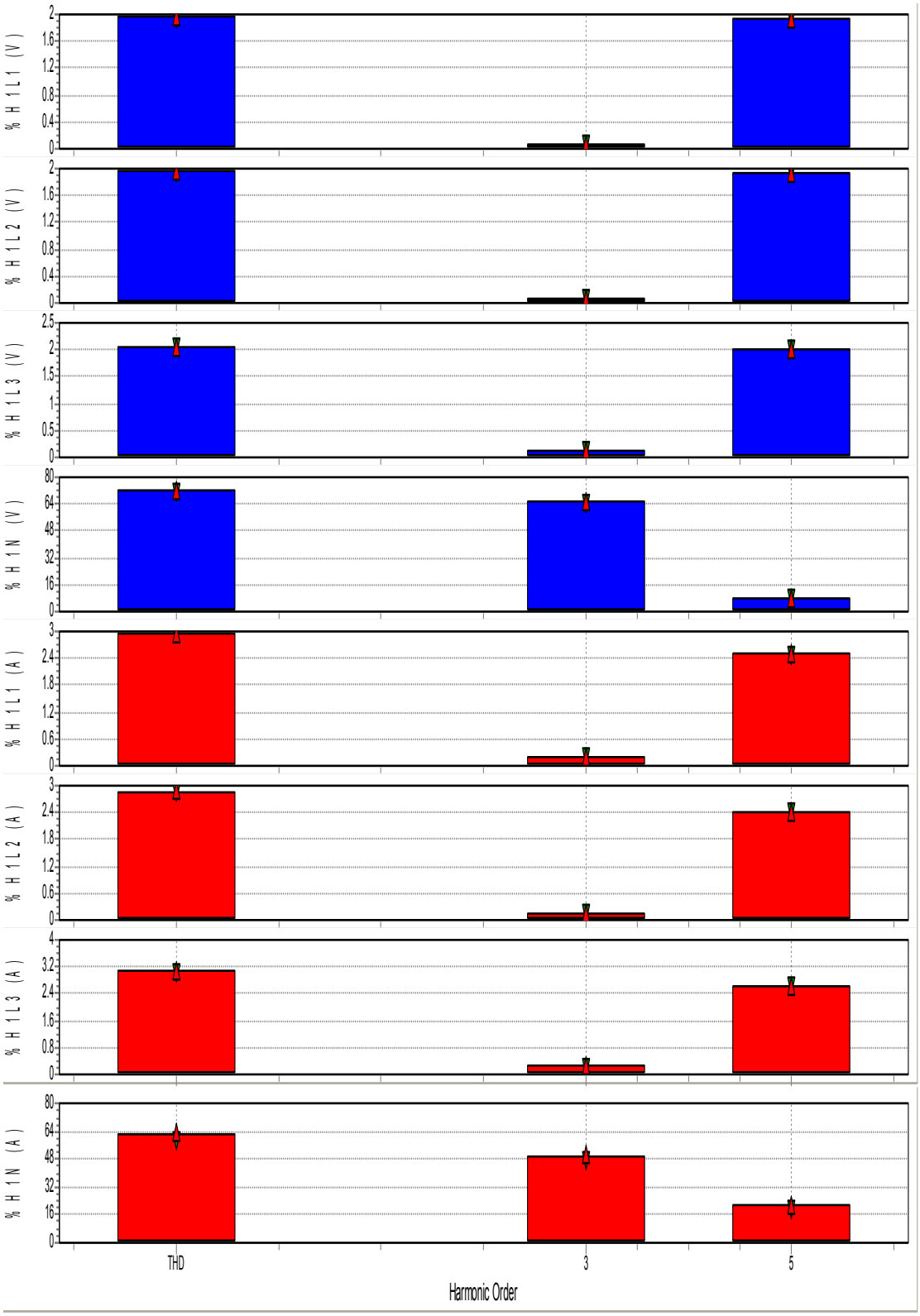
رسم تخطيطي للجهد والتيار

(طلمبات المياه المرشحة ٢)



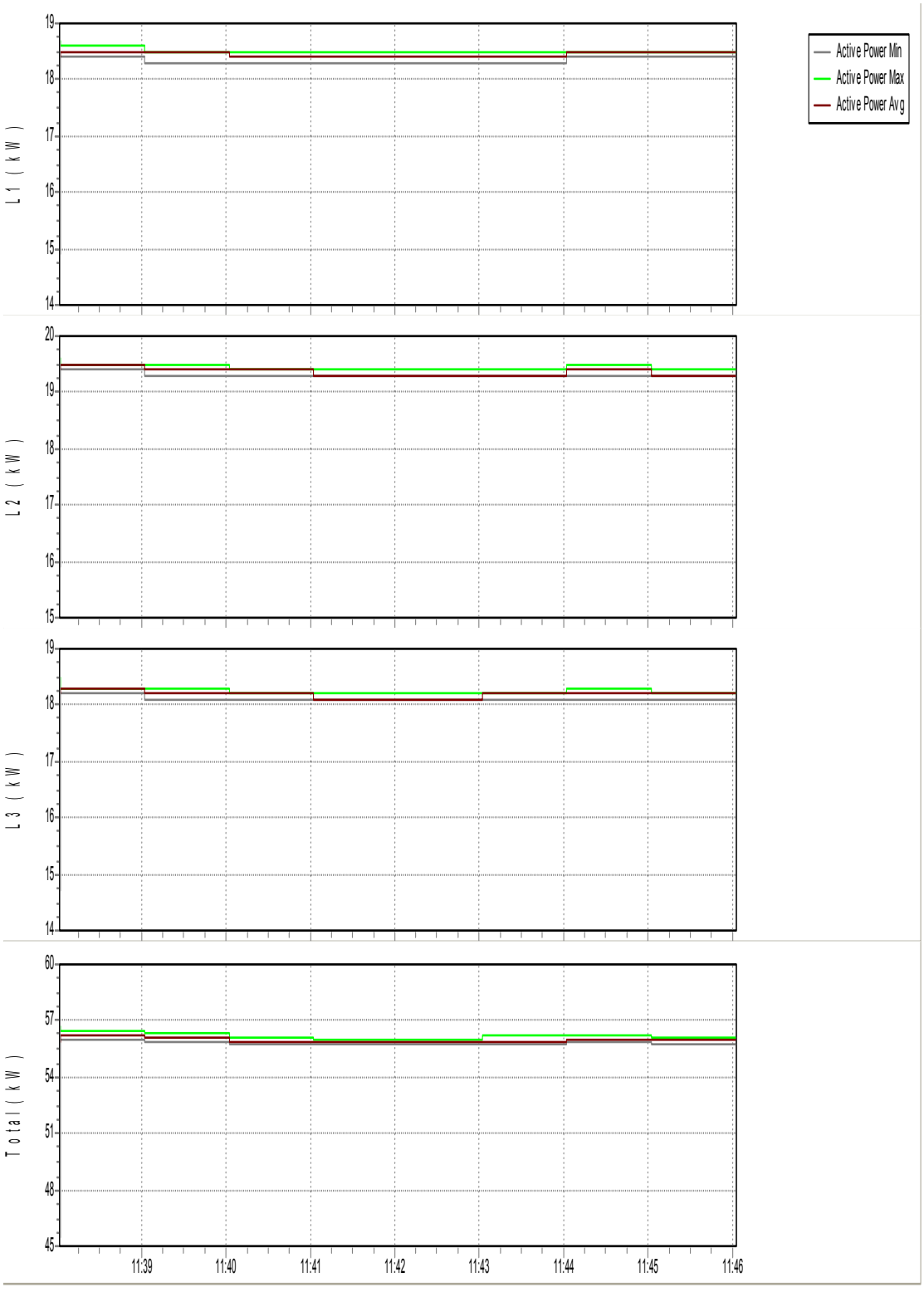
رسم تخطيطي لمعامل القدرة

(طلمبات المياه المرشحة ٢)



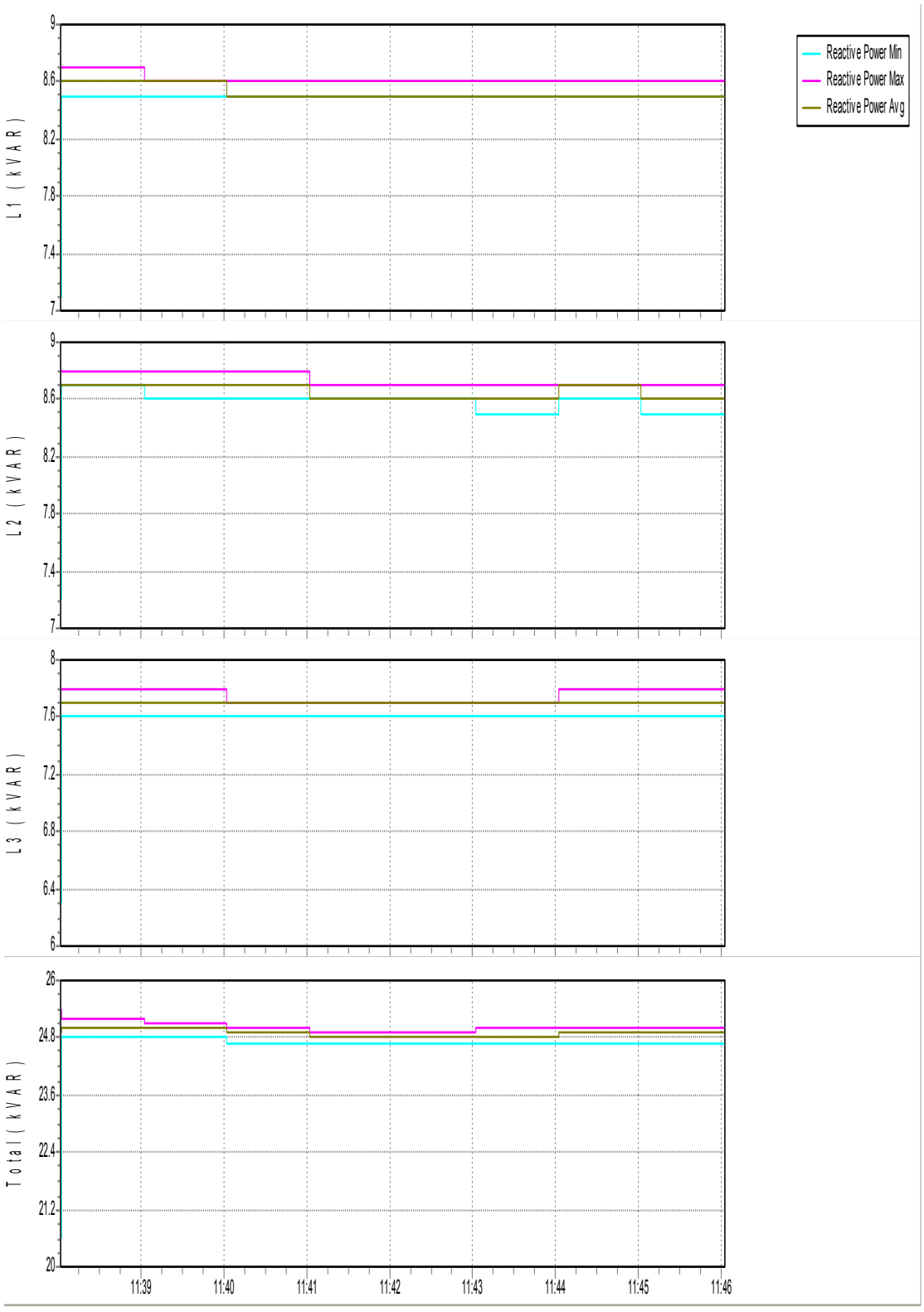
تخطيطي للتوافقيات

(طلمبات المياه المرشحة ٢)



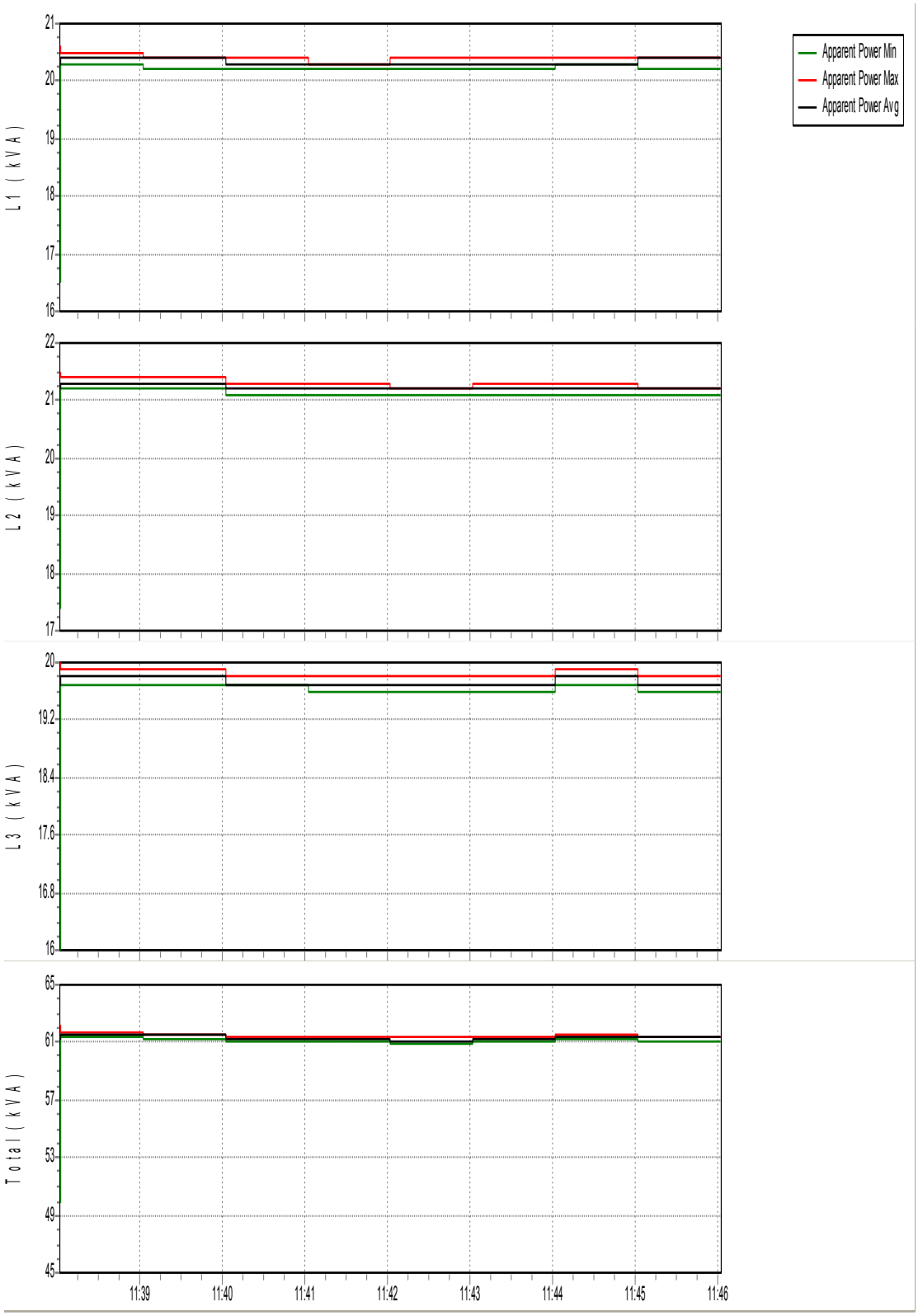
تخطيطي للقدرة الفعالة

(طلمبات المياه المرشحة ٢)



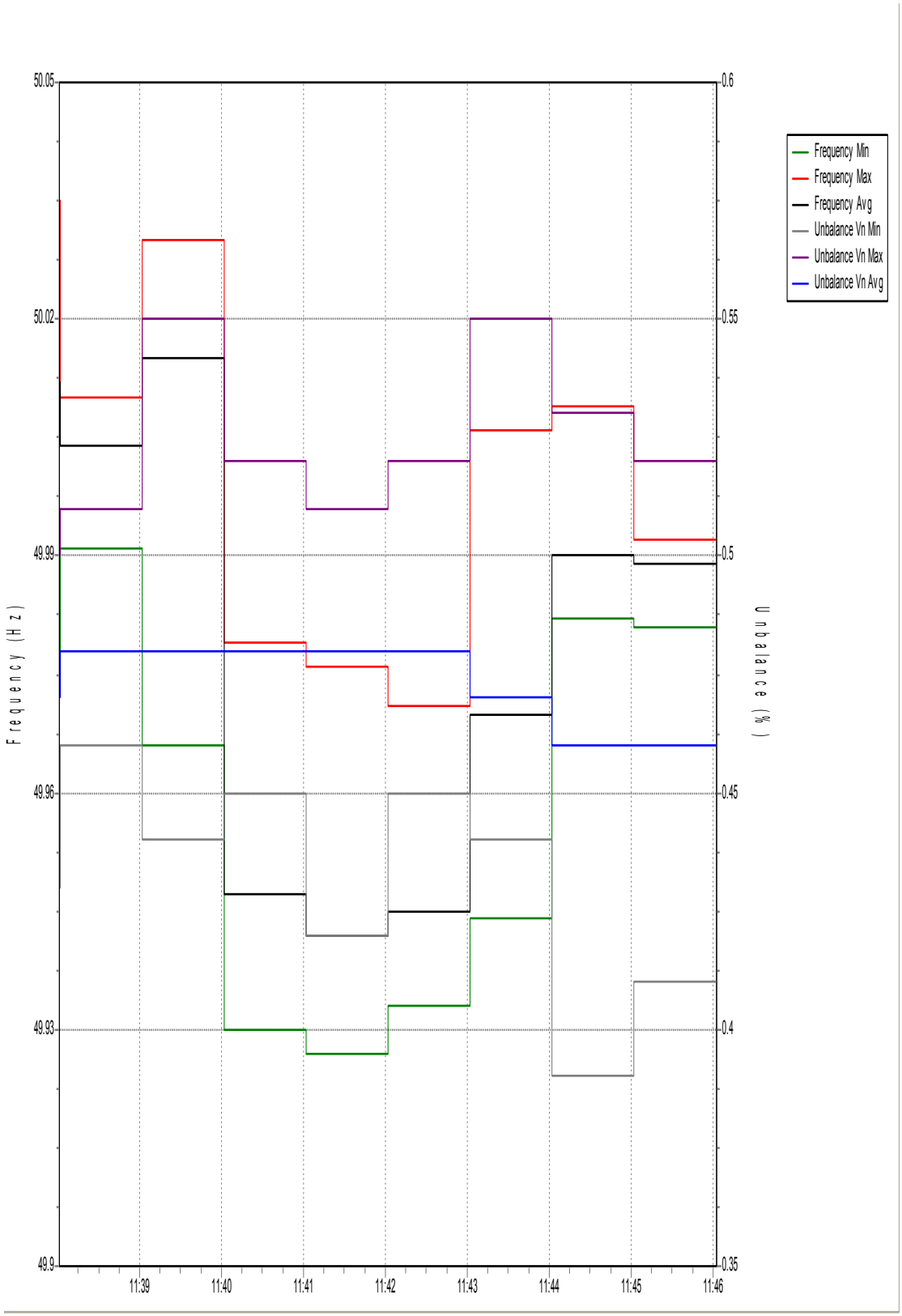
تخطيطي للقدرة غير الفعالة

(طلمبات المياه المرشحة ٢)



تخطيطي للقدرة الظاهرية

(طلمبات المياه المرشحة ٢)



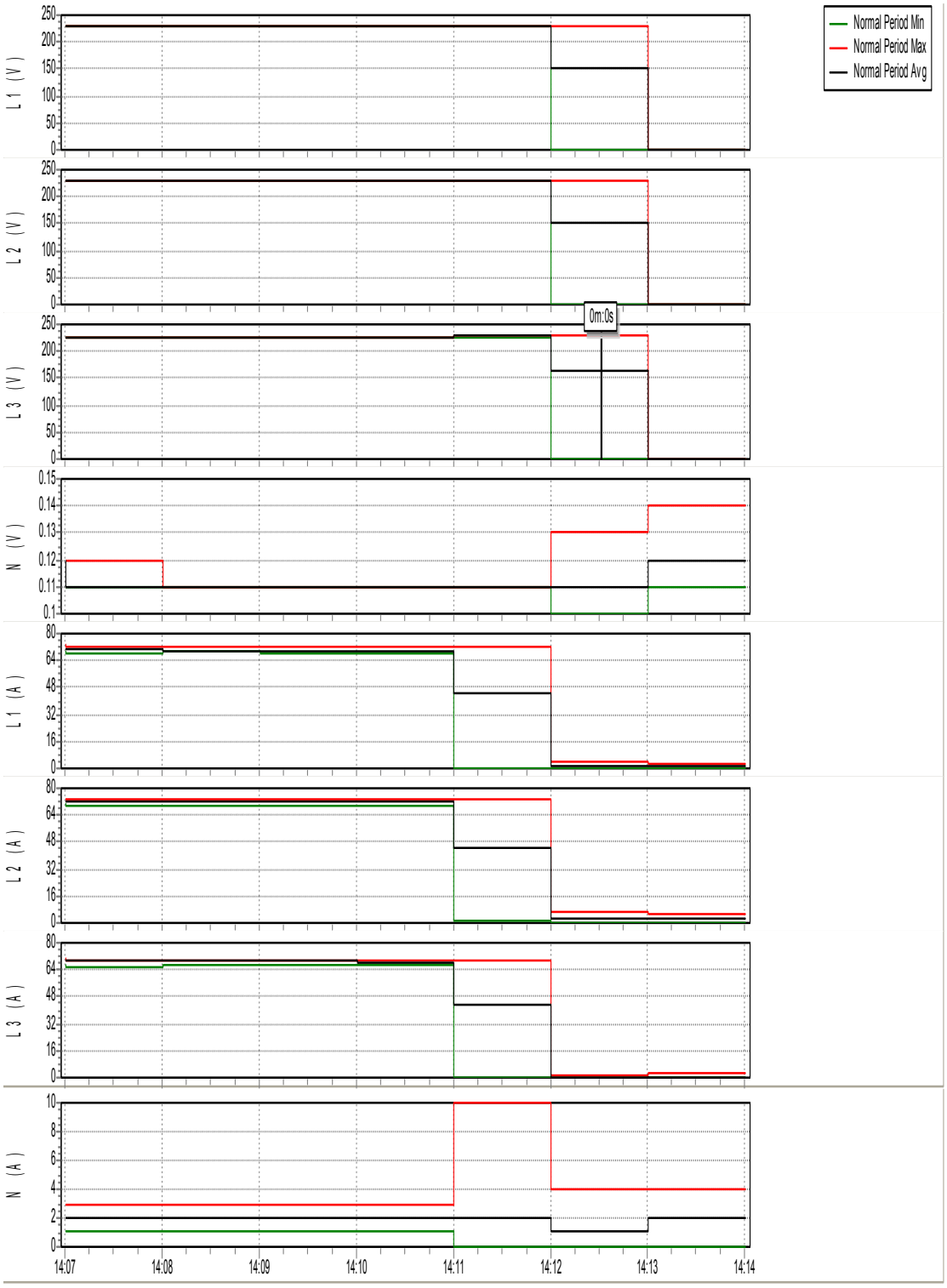
تخطيطي للتردد

(طلمبات المياه المرشحة ٢)

٥- طلمبات الروبة

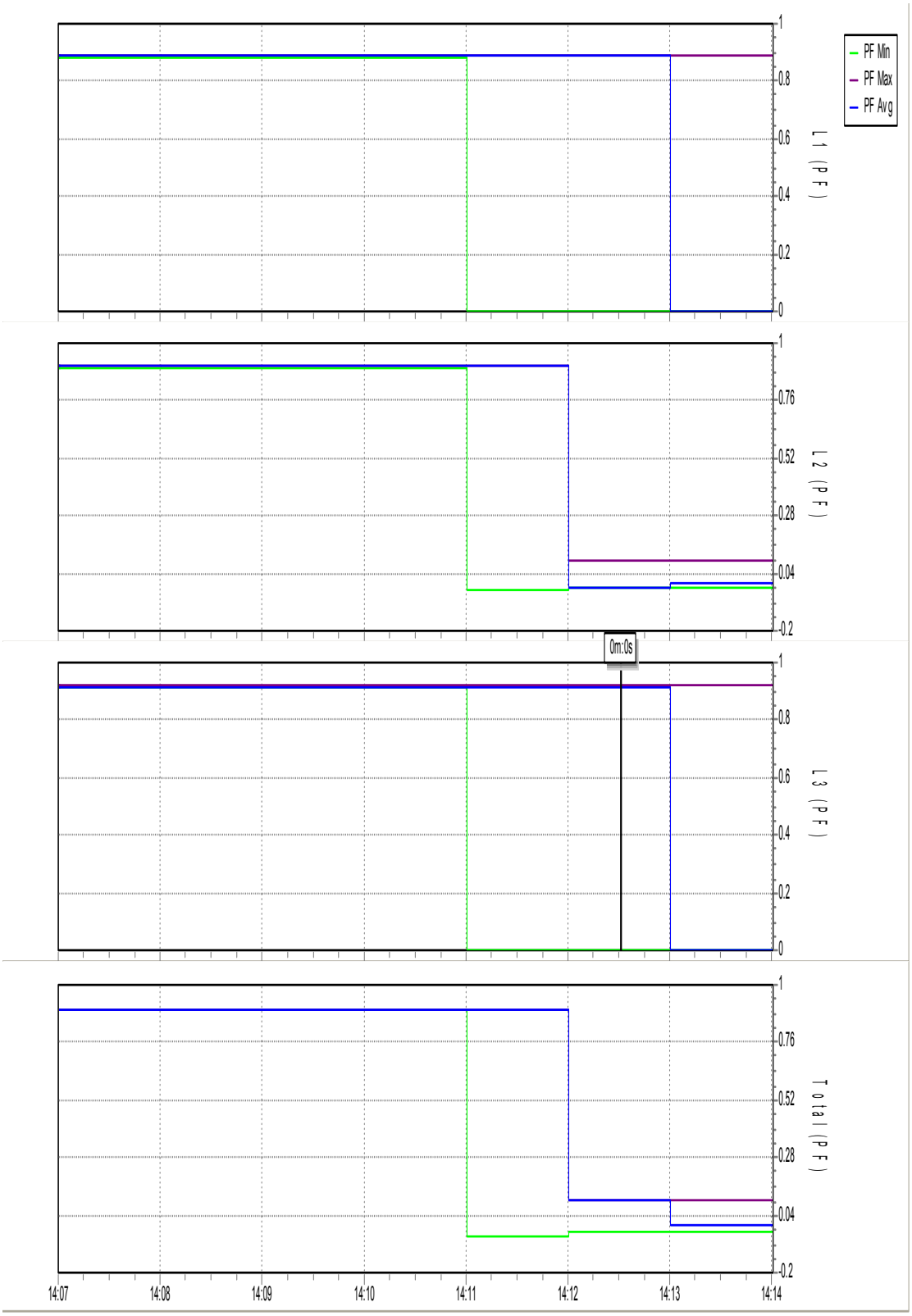
Frequency Avg	Current N Avg	Current L3 Avg	Current L2 Avg	Current L1 Avg	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.966	2	69	72	71	0.12	226.48	228.2	228.61	14:07	3/2/2010
49.955	2	69	72	71	0.11	226.47	228.13	228.54	14:08	3/2/2010
49.94	2	69	72	70	0.11	226.49	228.2	228.55	14:09	3/2/2010
49.976	2	69	72	70	0.11	226.53	228.3	228.59	14:10	3/2/2010
49.968	2	68	72	70	0.11	226.53	228.25	228.57	14:11	3/2/2010
50.002	2	43	45	45	0.11	228.39	230.03	229.87	14:12	3/2/2010
49.991	1	0	2	1	0.11	164.23	153.64	153.39	14:13	3/2/2010
49.98	2	0	2	1	0.12	0.06	0.1	0.16	14:14	3/2/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total Avg	Reactive Power Total Avg	Active Power Total Avg	Time	Date
0.9	48200	20800	43500	14:07	3/2/2010
0.9	48100	20700	43300	14:08	3/2/2010
0.9	48000	20700	43300	14:09	3/2/2010
0.9	48100	20700	43300	14:10	3/2/2010
0.9	47900	20700	43200	14:11	3/2/2010
0.9	19800	8700	17400	14:12	3/2/2010
0.1	300	200	0	14:13	3/2/2010
0	0	0	0	14:14	3/2/2010



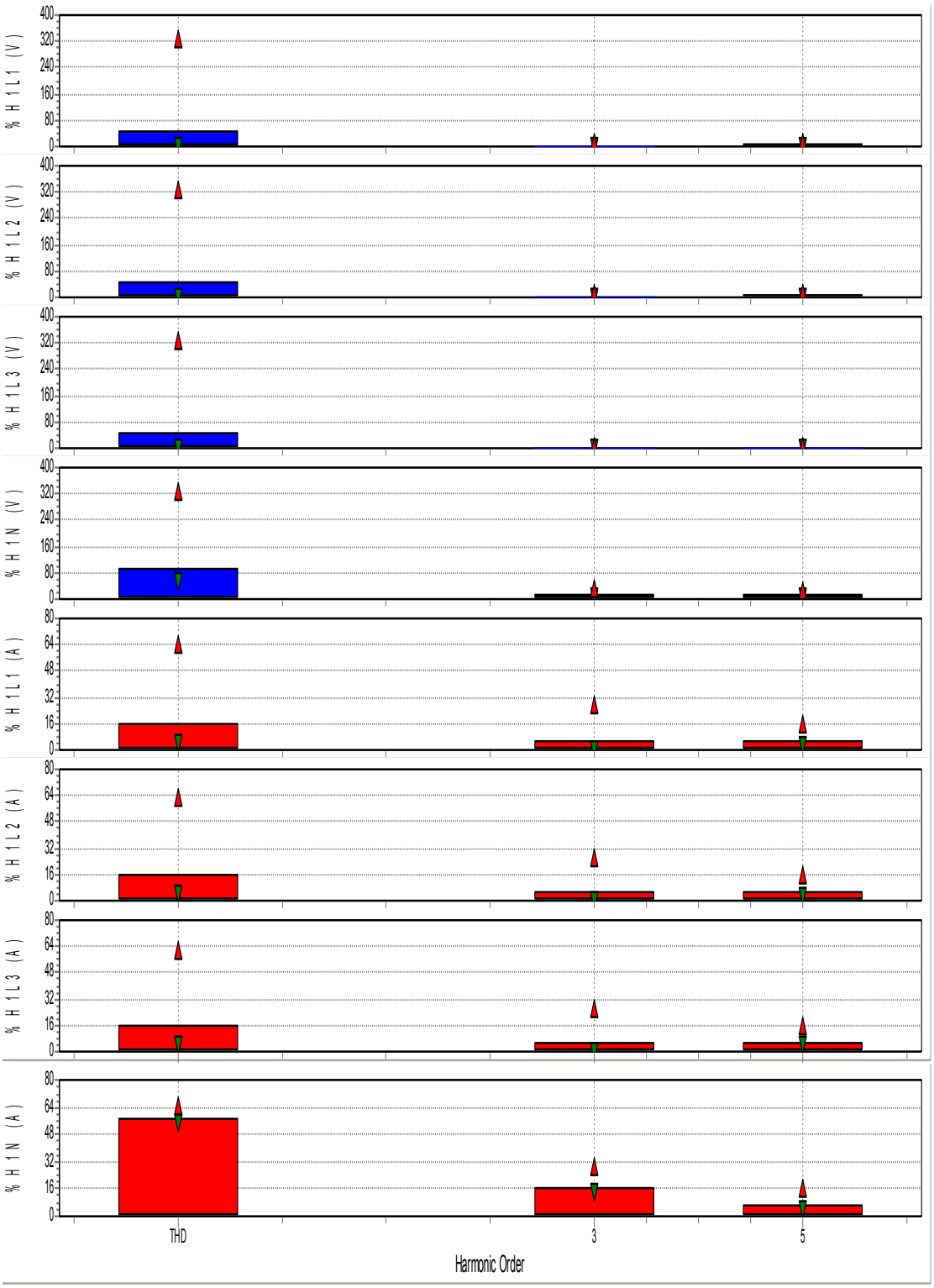
رسم تخطيطي للجهد والتيار

(طلمبات الروبة)



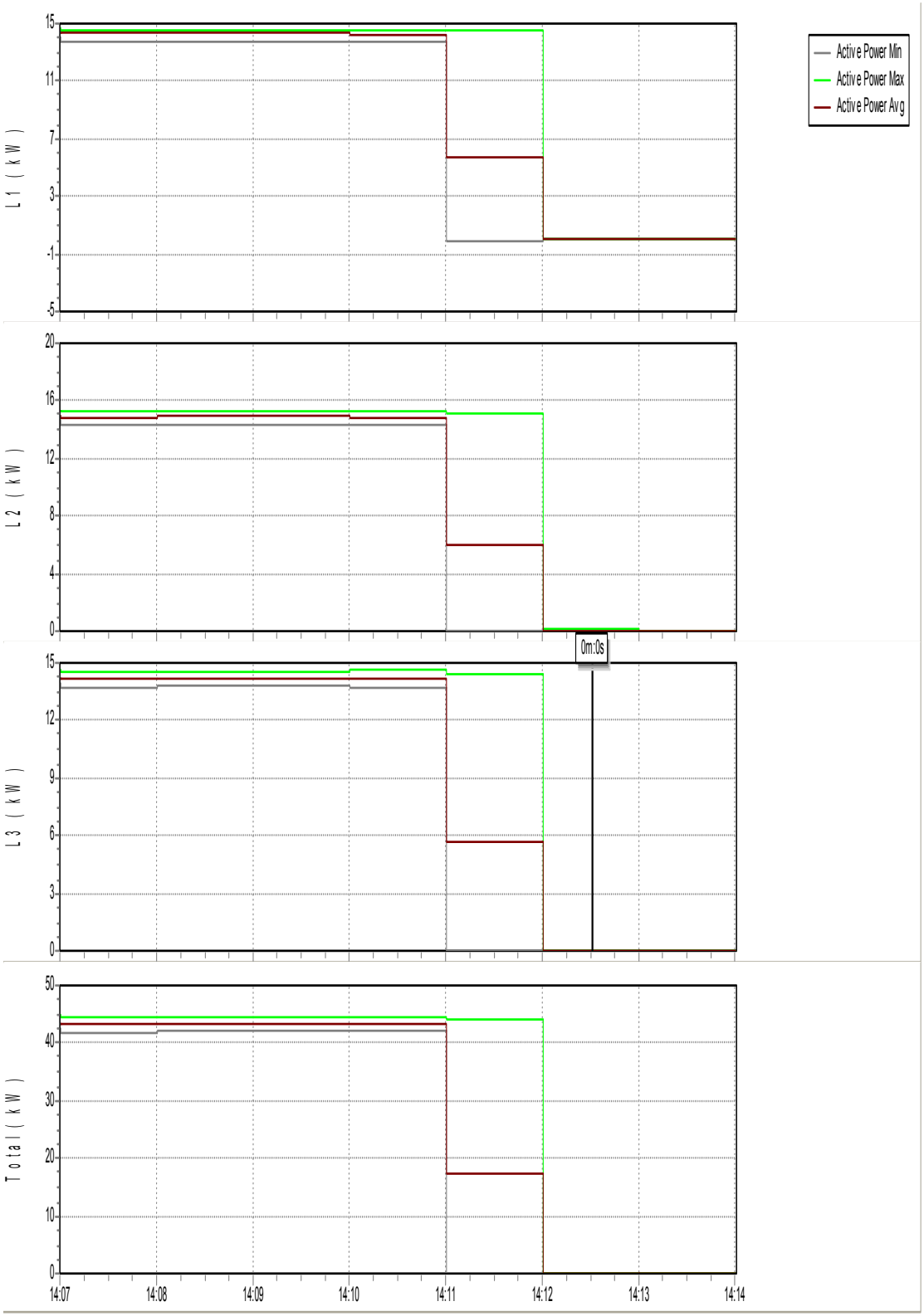
رسم تخطيطي لمعامل القدرة

(طلمبات الروبة)



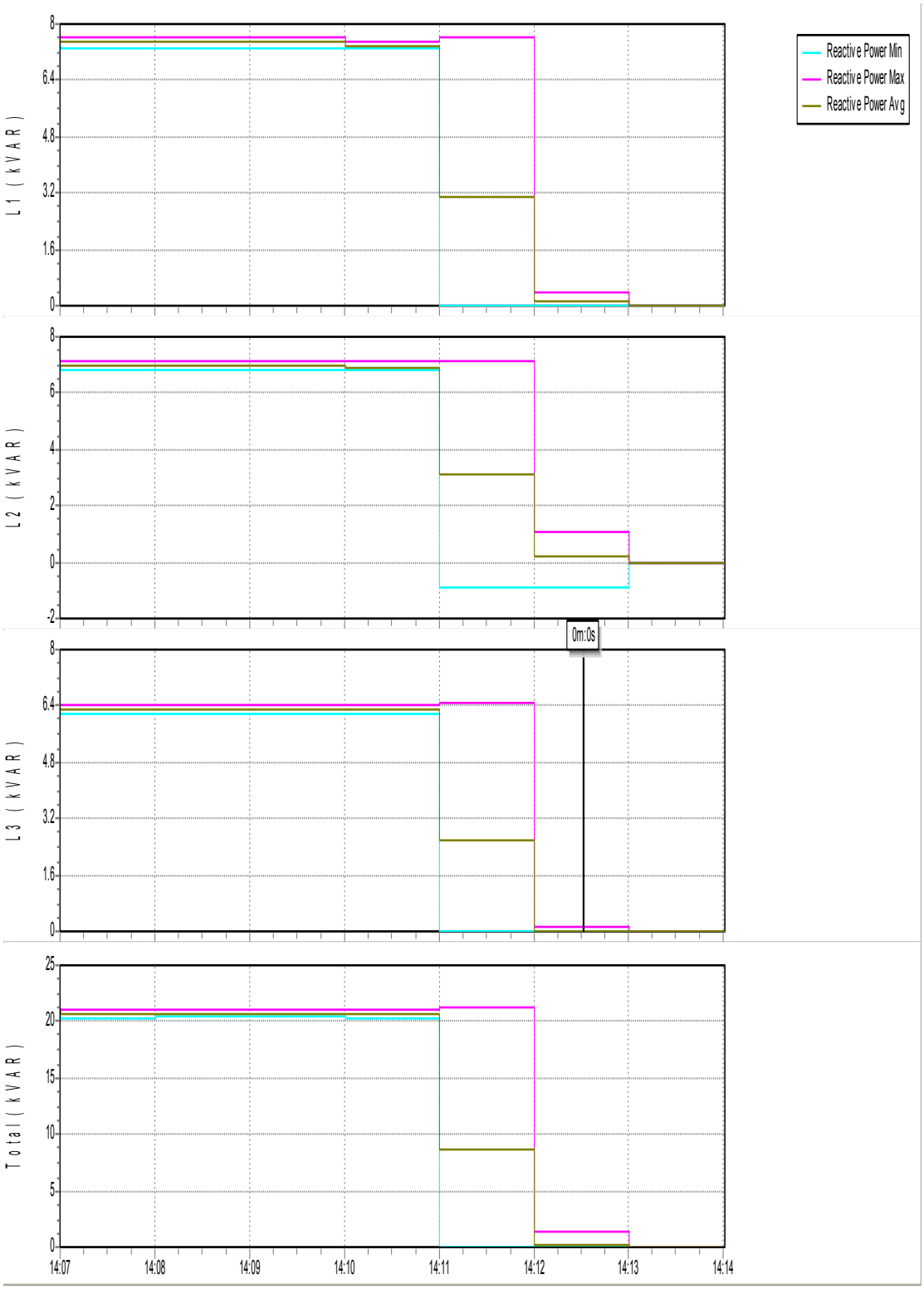
رسم تخطيطي للتوافقيات

(طلمبات الروبة)



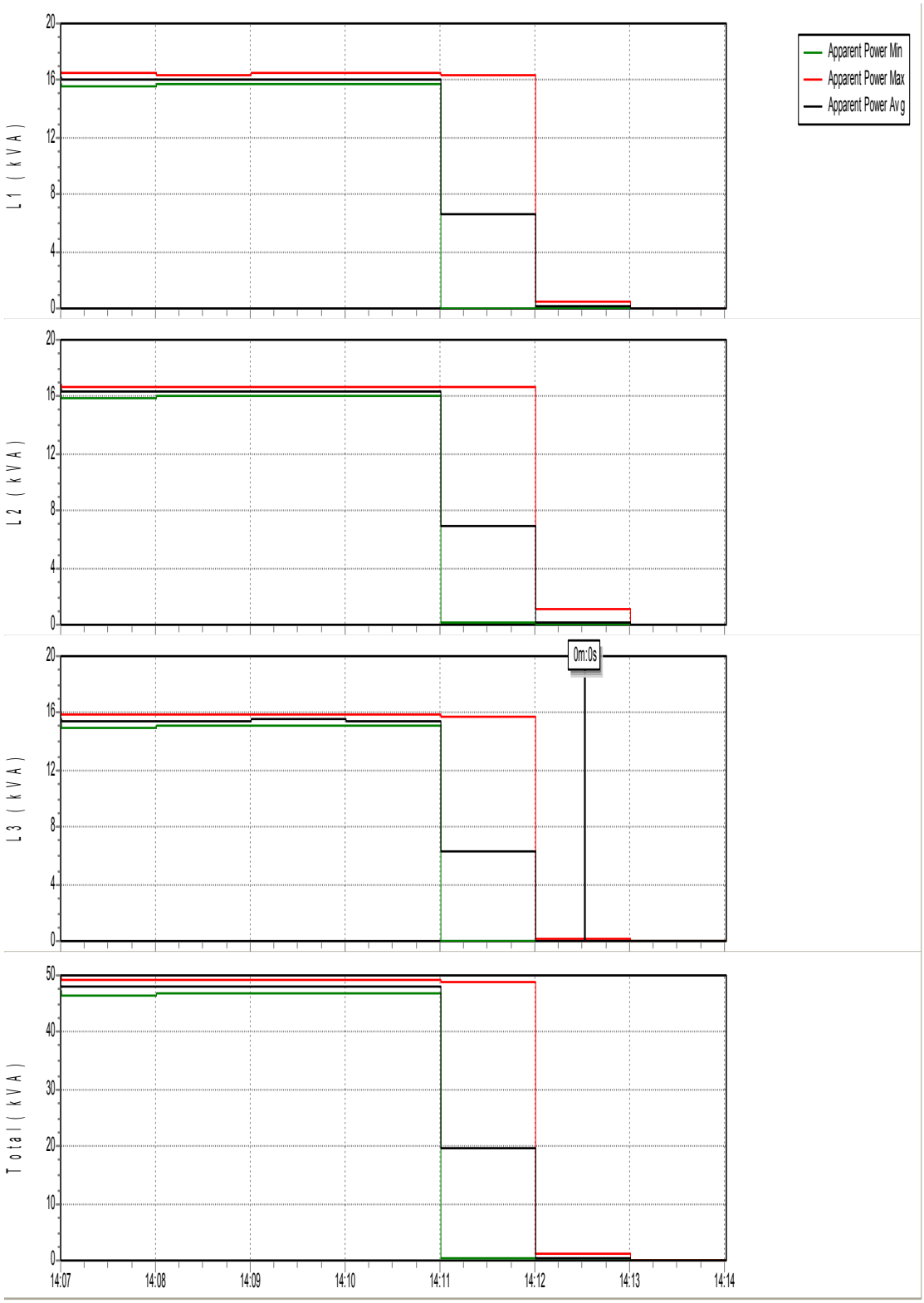
رسم تخطيطي للقدرة الفعالة

(طلمبات الروبة)



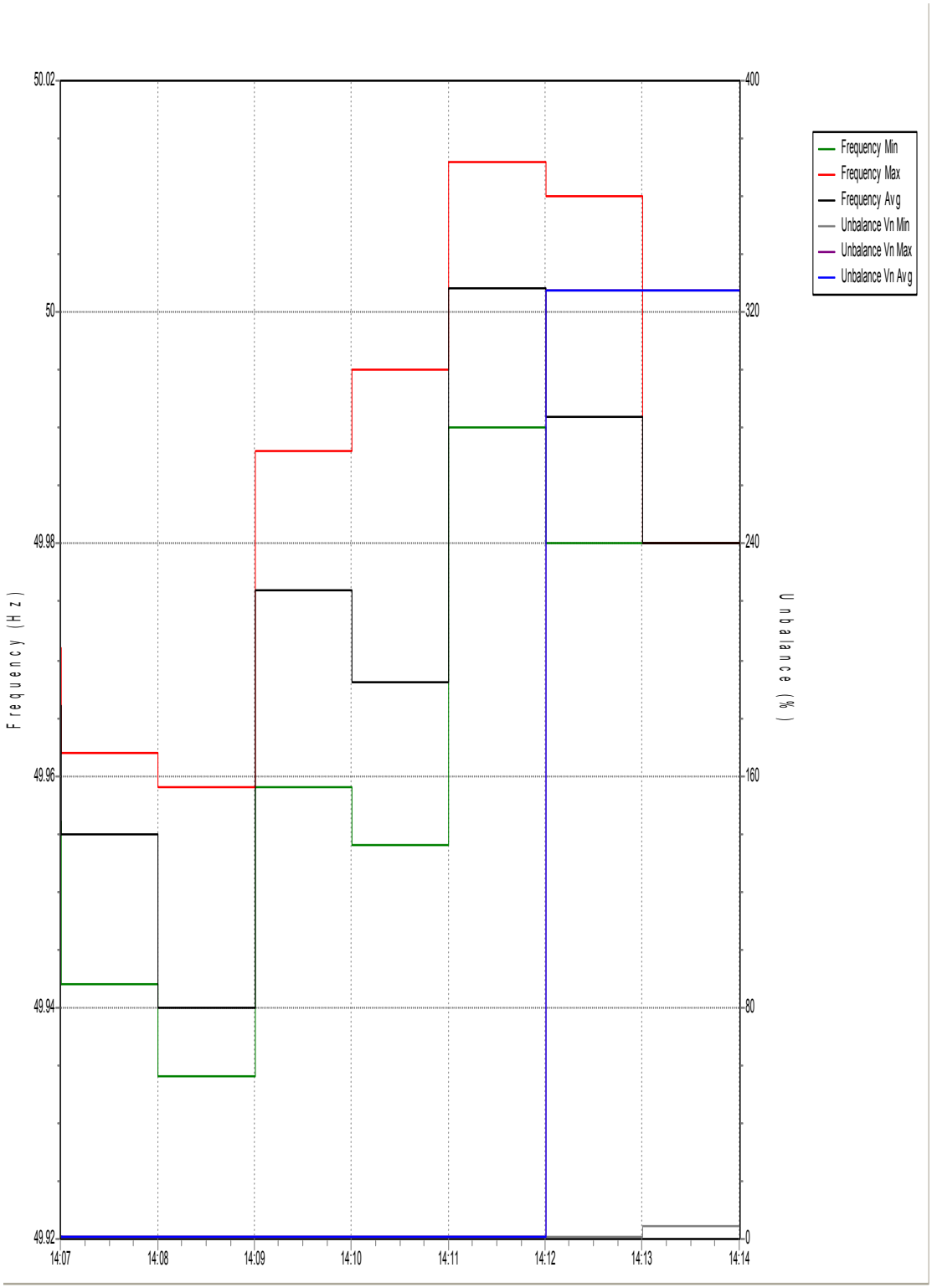
رسم تخطيطي للقدرة غير الفعالة

(طلمبات الروبة)



رسم تخطيطي القدرة الظاهرية

(طلمبات الروبة)



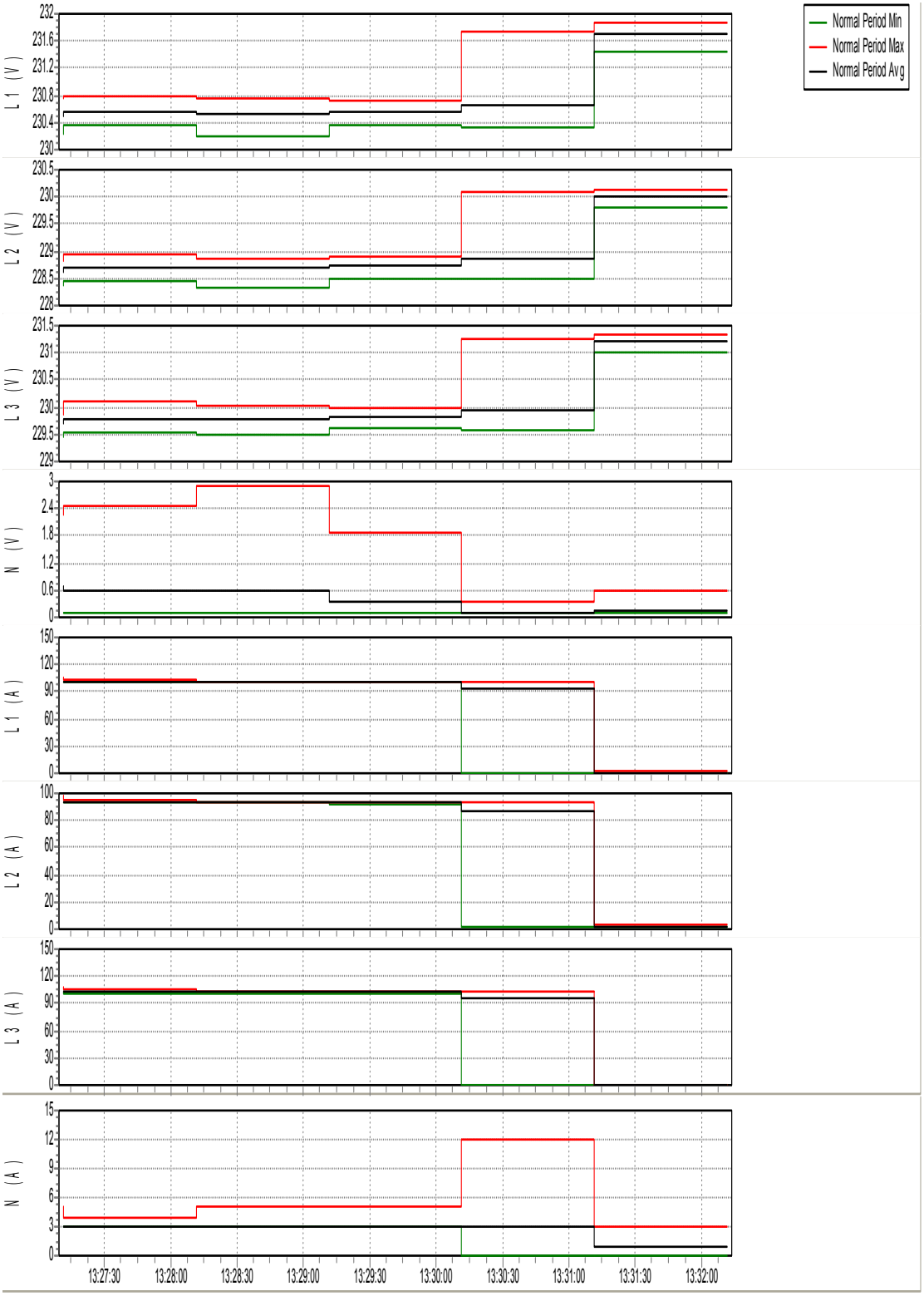
رسم تخطيطي للتردد

(طلمبات الروبة)

٦- ضاغط الهواء

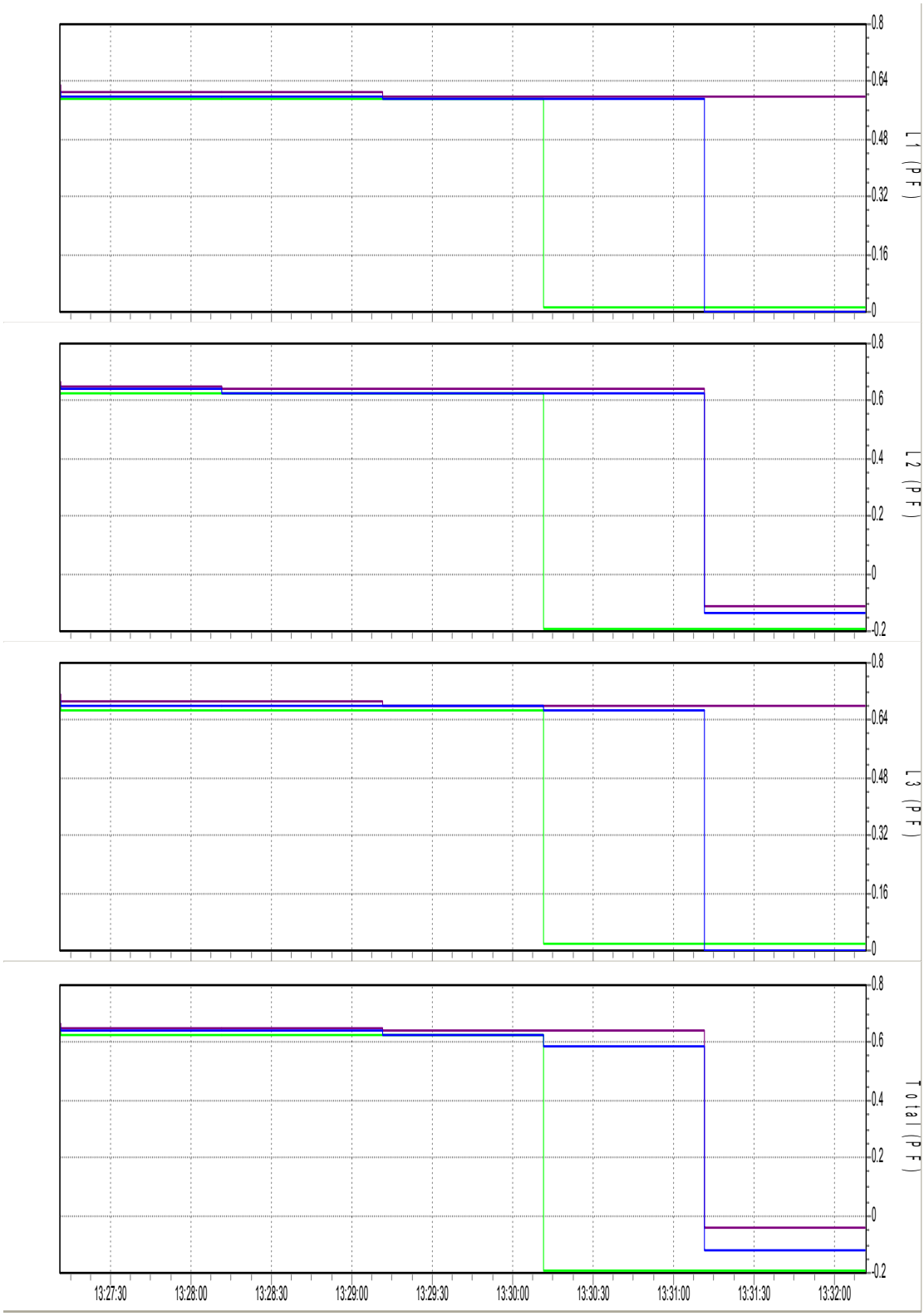
Frequency Avg	Current N Avg	Current L3 Avg	Current L2 Avg	Current L1 Avg	Voltage N Avg	Voltage L3 Avg	Voltage L2 Avg	Voltage L1 Avg	Time	Date
49.987	3	104	94	102	0.7	229.69	228.6	230.5	13:27	3/2/2010
50.003	3	103	93	101	0.61	229.77	228.68	230.55	13:28	3/2/2010
50.007	3	103	93	101	0.59	229.77	228.7	230.53	13:29	3/2/2010
49.995	3	103	93	100	0.34	229.81	228.74	230.56	13:30	3/2/2010
49.993	3	96	87	94	0.11	229.94	228.88	230.64	13:31	3/2/2010
49.971	1	0	2	1	0.13	231.21	230	231.7	13:32	3/2/2010

Power Factor Total Avg	Apparent Power Total Avg	Reactive Power Total Avg	Active Power Total Avg	Time	Date
0.65	69000	52500	44600	13:27	3/2/2010
0.64	68300	52400	43700	13:28	3/2/2010
0.64	68200	52500	43500	13:29	3/2/2010
0.63	68000	52500	43100	13:30	3/2/2010
0.59	59700	46200	37600	13:31	3/2/2010
-0.12	600	600	-100	13:32	3/2/2010



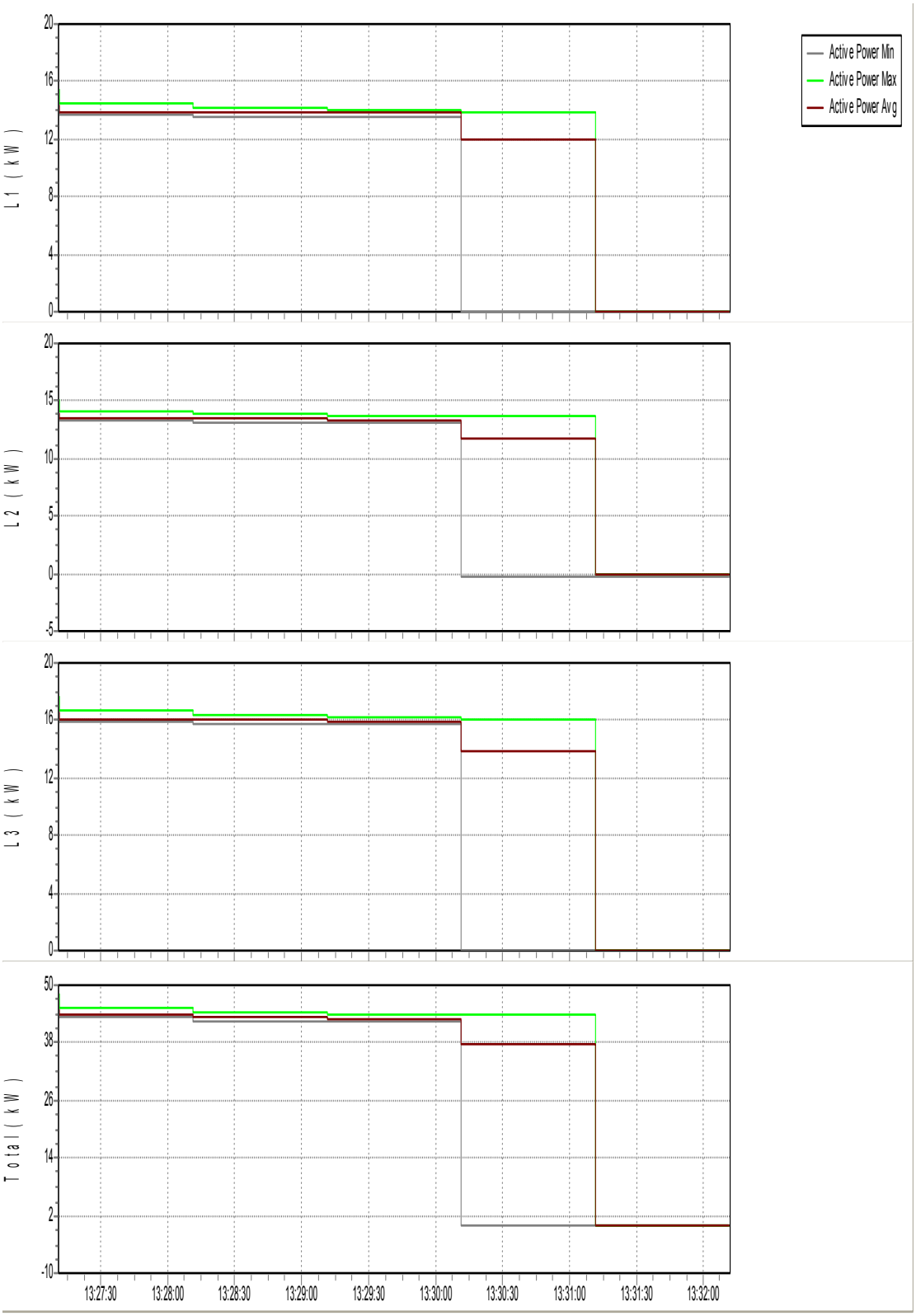
رسم تخطيطي للجهد والتيار

(ضاغط الهواء)



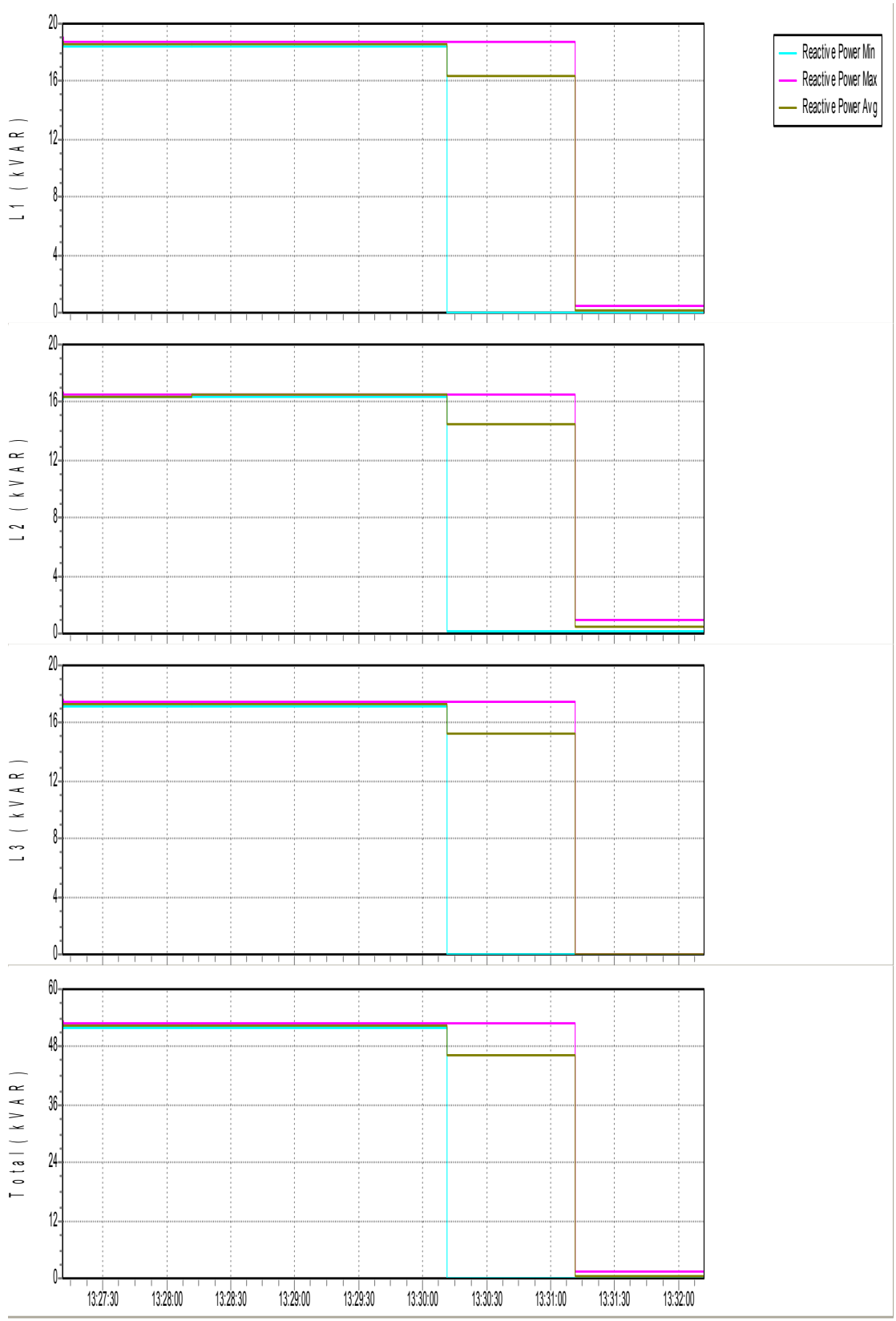
رسم تخطيطي لمعامل القدرة

(ضاغط الهواء)



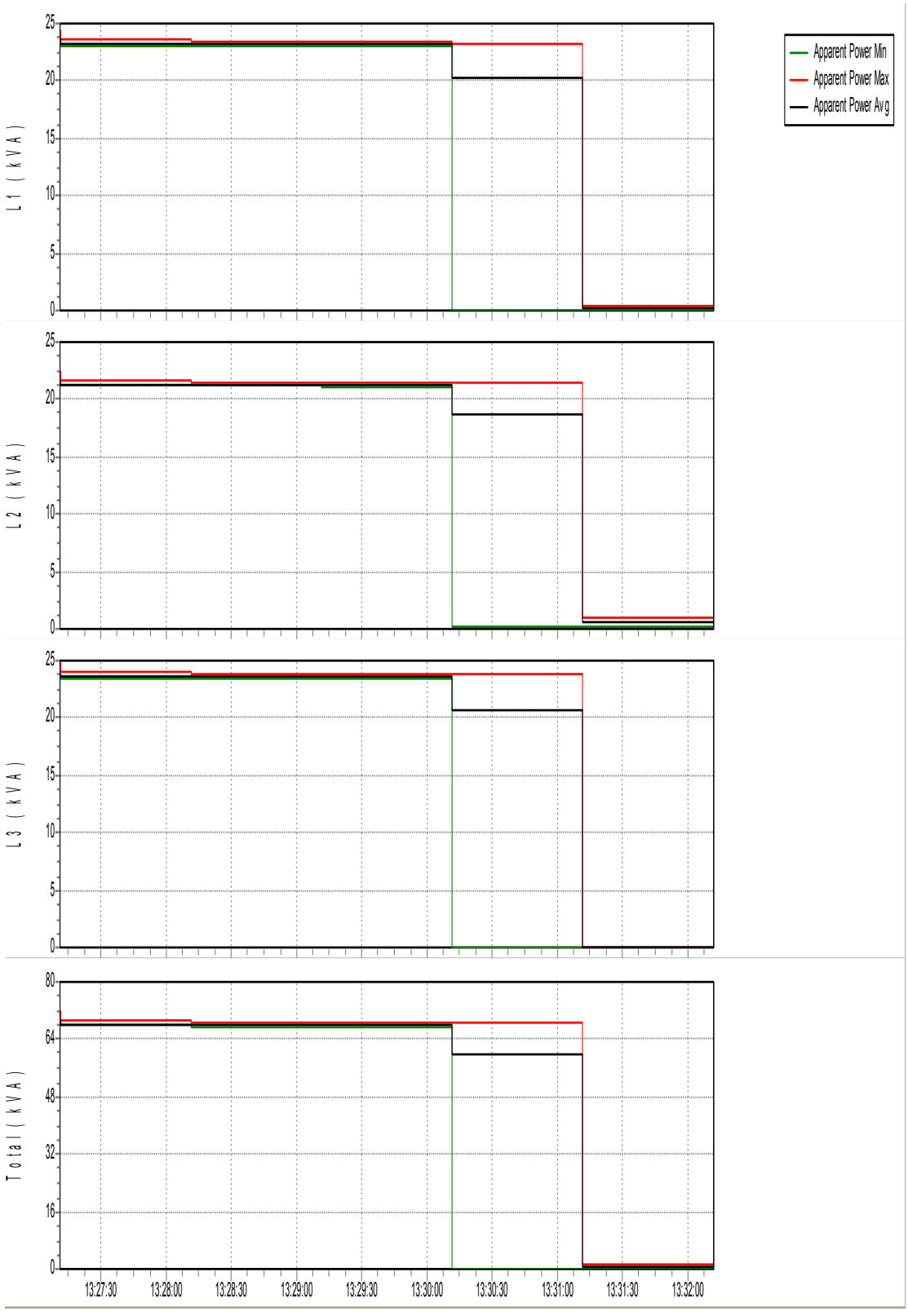
رسم تخطيطي للقدرة الفعالة

(ضاغط الهواء)



رسم تخطيطي للقدرة غيرالفعالة

(ضاغط الهواء)



رسم تخطيطي للقدرة الظاهرية

(ضاغط الهواء)

الملحق الثالث

أجهزة القياس المستخدمة

يحتوي على:

- **نبذة عن الجهاز المستخدم في القياس**
- **طريقة استخدام الجهاز**
- **مميزات الجهاز**

Features Of Fluke 434/435

Introduction

The Analyzer offers an extensive and powerful set of measurements to check power distribution systems. Some give a general impression of power system performance. Others are used to investigate specific details. This chapter gives an overview on how to perform measurements in a logical order.

General Measurements

To check if voltage leads and current clamps are connected correctly, use Scope Waveform and Scope Phasor. The clamps are marked with an arrow to facilitate proper signal polarity

To get a general impression of the quality of a power system use MONITOR.

The MONITOR key displays a screen with Bar Graphs that show quality aspects of the phase voltages. A Bar Graph changes from green to red if the related aspect does not meet the limits. Up to 7 different sets of limits can be chosen for Fluke 435: a number of them are user programmable. One of these sets is the limits according to the EN50160 norm. For each quality aspect submenus with detailed information are attainable via the function keys F1 ... F5.

Numerical data is shown by Volts/Amps/Hertz. For this press the MENU key. Then select Volts/Amps/Hertz and press F5 - OK to display a Meter screen with the present values of voltages (rms and peak), currents (rms and peak), frequency and Crest Factors per phase. Press F5 - TREND so display the course over time of these values.

Measuring modes to investigate details

Phase voltages. Should be close to the nominal value. Voltage waveforms must be a sine wave that is smooth and free from distortion. Use Scope Waveform to check the waveform shape. Use Dips & Swells to record sudden voltage changes. Use Transients mode to capture voltage anomalies.

Phase currents. Use Volts/Amps/Hertz and Dips & Swells to check current/voltage relations. Use Inrush Current to record sudden current increases like motor inrush.

Crest Factor. A CF of 1.8 or higher means high waveform distortion. Use Scope Waveform to see waveform distortion. Use Harmonics mode to identify harmonics and THD (Total Harmonic Distortion).

Harmonics. Use Harmonics mode to check for voltage and current harmonics and THD per phase. Use Trend to record harmonics over time.

Flicker. Use Flicker to check short and long term voltage flicker and related data per phase. Use Trend to record these values over time.

Dips & Swells. Use Dips & Swells to record sudden voltage changes as short as half a cycle.

Frequency. Should be close to nominal value. Frequency is normally very stable. Select Volts/Amps/Hertz to display frequency. The course of frequency over time is recorded in the Trend screen.

Unbalance. Each phase voltage should not differ more than 1 % from the average of the three. Current unbalance should not exceed 10 %. Use Scope Phasor or Unbalance mode to investigate unbalances.

Mains Signaling. Can be used to analyze the level of remote control signals that often are present on power distribution systems.

Logger. Allows you to store multiple readings with high resolution in a long memory.

Basic Operations and Menu Navigation

This deals with a number of general aspects of the Analyzer's operation:

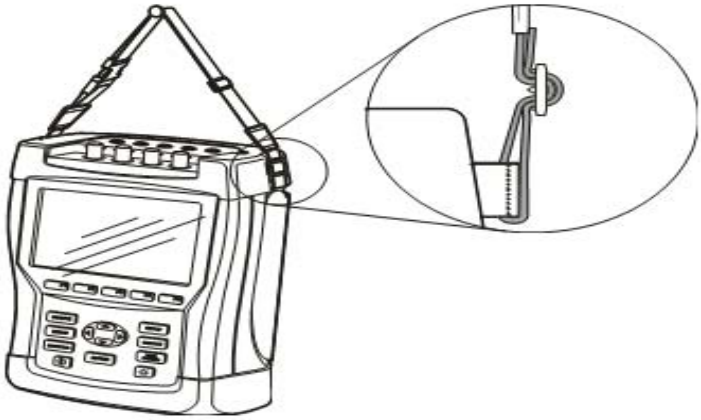
- Tilt Stand and Hang Strap
- Powering the Analyzer
- Display Brightness
- Locking the keyboard
- Menu navigation
- Display Contrast
- Reset to Factory Defaults

Tilt Stand and Hang Strap

The Analyzer has a tilt stand that allows viewing the screen at an angle when placed on a flat surface. With the tilt stand folded out, the optical RS-232 port can be accessed at the right side of the Analyzer as shown in the figure.

Tilt stand and location of RS-232 interface

A hang strap is supplied with the Analyzer. The figure below shows how to attach the strap correctly to the Analyzer.



Fixing the hang strap

Powering the Analyzer

The Analyzer has a built-in rechargeable NiMH battery that can power it for more than 6 hours when fully charged. When powered by the battery, the battery condition symbol in the screen header indicates the charge condition. This symbol ranges from fully charged to empty:

When empty allow the batteries to fully charge with the Battery Charger/Power Adapter model BC430. A full charge takes at least 4 hours with the Analyzer turned off. When turned-on charging takes much longer.

No damage will occur if the charger is connected for long periods, e.g. over the weekend. The Analyzer automatically switches to trickle charging. At delivery the battery may be empty and it is recommended to charge it before use.

Concerning the use of the Battery Charger/Power Adapter bear the following in mind:

- Use only the supplied Battery Charger/Power Adapter model BC430.
- Before use checks that the BC430 voltage and frequency match the local line power range.

If necessary set the slider switch of BC430 to the correct voltage.

- Connect the Battery Charger to the ac outlet.
- Connect the battery charger to the POWER ADAPTER input on the top side of the Analyzer.
- To avoid overheating of the battery during charging, do not exceed the allowable

ambient temperature as given in the specifications.

Caution

To prevent decrease of battery capacity, charge it at least twice a year.

Power On/Off:

Press to power up or down with the last setup configuration. The welcome screen shows what Analyzer settings are currently in use. At power on a single beep can be heard.

To save battery power, the Analyzer display dims automatically when no keys are operated during a certain time. This time is adjustable.

When a key is operated, the display turns on again.

Attention: the Analyzer switches off automatically when powered by battery only if no further knobs are operated after power-on (i.e. when the welcome screen is displayed).

Display Brightness

Press repeatedly to dim/brighten the backlight.
Keep pressed for more than 5 seconds for extra brightness for better visibility in strong sunlight.
Low brightness saves battery power.

Locking the keyboard

The keyboard can be locked to prevent unwanted operation during unattended measurements:

Press for 5 seconds to lock or unlock the keyboard.

Menu Navigation

Most of the Analyzer functions are menu operated. Arrow keys are used to navigate through menus. The Function keys F1 ... F5 and the ENTER key are used to make selections. Active Function key selections are highlighted with a black background.

How to use the menus is illustrated in the example below on how to adjust the Analyzer for use with a certain printer type.

The SETUP menu pops up.

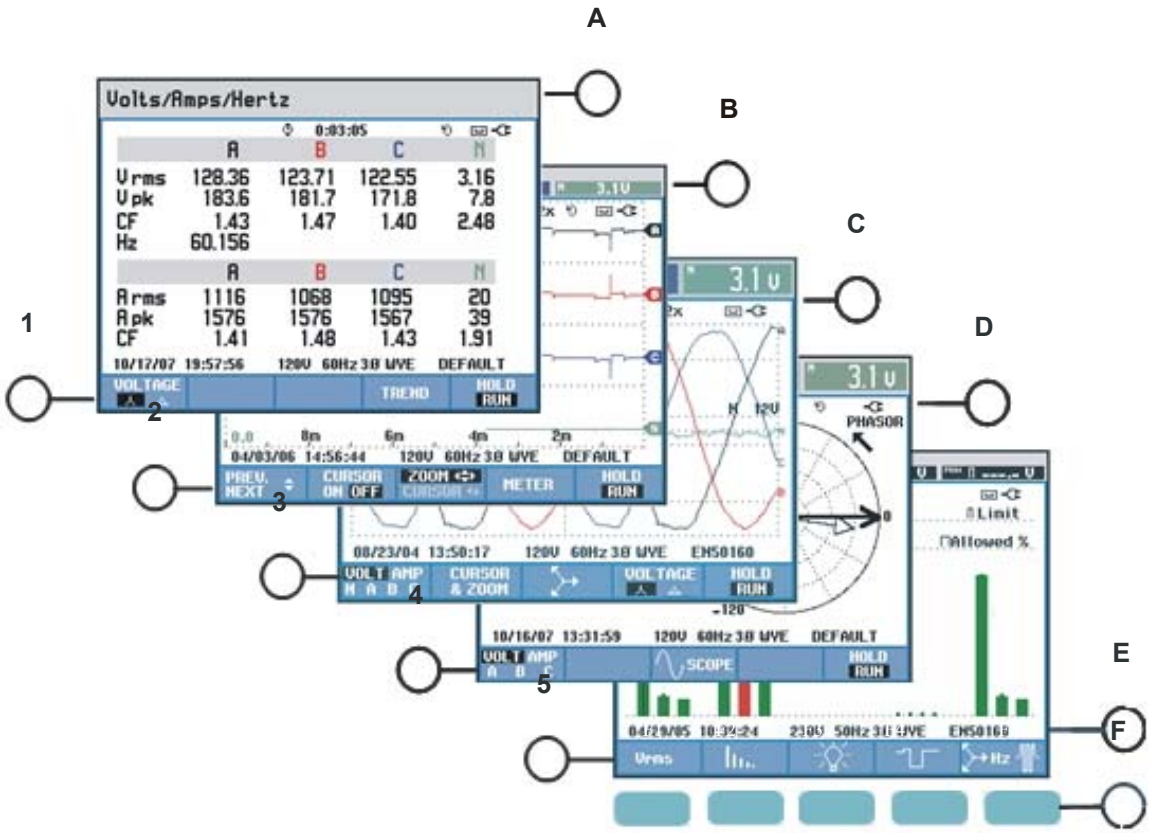
Submenu SETUP USER PREF appears.

Highlight Printer:

The PRINTER submenu appears. In this menu you can adjust printer type and baudrate.

Display Information

The Analyzer uses five different screen types to present measuring results in the most effective way. The features these screens have in common are explained hereafter . Details that are specific for a certain measuring mode are presented . explaining that mode. The screen header is presented in the selected information language. The figure below gives an overview of the screen types 1... 5; common features are explained under A ... F.



Survey of Display Types

Input Connections

This explains how to make connection to the power distribution system under test and how to adjust the Analyzer settings.

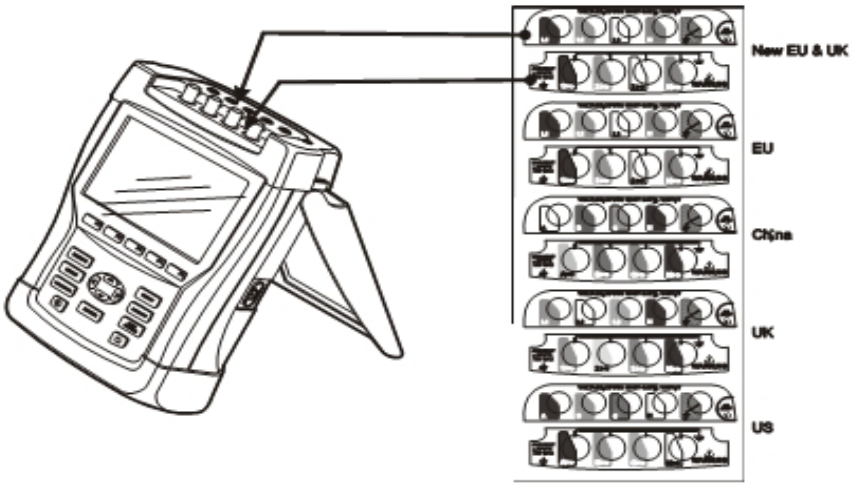
Check that the Analyzer setup meets the characteristics of the system under test and the accessories that are used. These concerns:

- wiring configuration
- nominal frequency
- nominal voltage
- properties of voltage leads and current clamps

The actual setup is shown in the welcome screen that appears after power up.

The Analyzer has 4 BNC-inputs for current clamps and 5 banana-inputs for voltages.

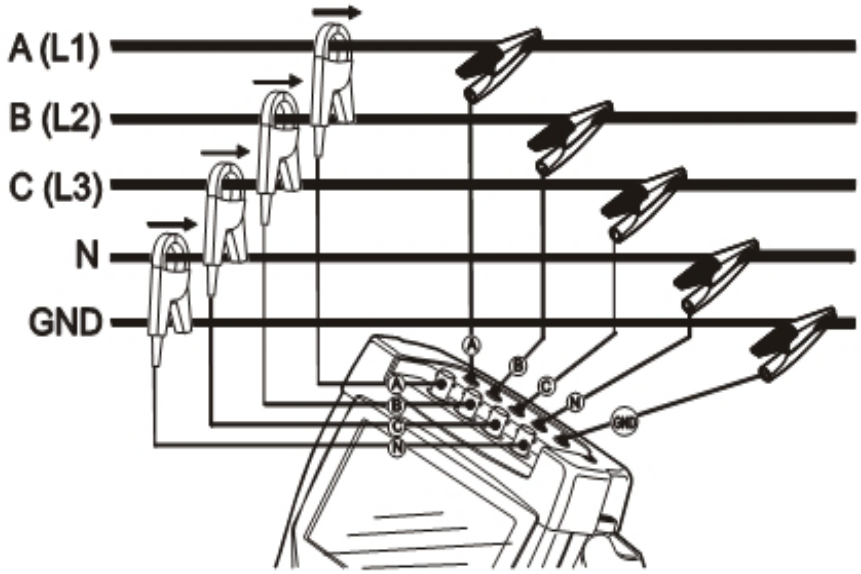
Self-adhesive decals are supplied corresponding to wiring color codes used in the USA, Canada, Continental Europe, the UK, and China. Stick the decals that fit to your local wiring codes around the current and voltage inputs as shown in



Mounting the decals for voltage and current inputs

De-energize power systems before making connections whenever possible. Always use appropriate equipment for personal protection. Avoid working alone and work according to the warnings Safety Information.

For a 3-phase system make the connections as shown in.



Connection of Analyzer to 3-phase distribution system

First put the current clamps around the conductors of phase A (L1), B (L2), C (L3), and N (neutral). The clamps are marked with an arrow indicating the correct signal polarity.

Next make the voltage connections: start with Ground and then in succession N, A (L1), B (L2), and C (L3). For correct measuring results, always connect the Ground input. Always double-check the connections. Make sure that current clamps are secured and completely closed around the conductors.

For single phase measurements, use current input A (L1) and the voltage inputs Ground, N (neutral), and phase A (L1).

A (L1) is the reference phase for all measurements.

Before making any measurements, set the Analyzer up for the line voltage, frequency, and wiring configuration of the power system you want to measure.

Scope Waveform and Phasor display are useful to check if voltage leads and current clamps are connected correctly. In the vector diagram the phase voltages and currents A (L1), B (L2), and C (L3) should appear in sequence when observing them in clockwise direction as shown in the example in the Figure

Vector diagram for correctly connected Analyzer

EXECUTIVE SUMMARY

The enclosed report summarizes a recent study by the USAID-funded Water and Wastewater Sector Support Program on rationalizing energy consumption at the Ashmoun water treatment plant in the Menufiya governorate. Water treatment is an energy intensive process; the cost of energy represents around 30% - 40% of the cost of water purification and treatment. Further, electricity companies impose a fee of 0.5% on every 1% below an electrical power factor of 90% and grants a discount of 0.5% for each 1% above 92% and up to 95%. Improving the power factor, then, presents an opportunity for savings and by helping the Menufiya Water and Wastewater Company (WWC) avoid penalties, enjoy discounts, and reduce overall consumption.

In addition to Ashmoun, this methodology has been administered in both the old and new Kedwan treatment plants in Minya, and is now planned for replication in plants in additional governorates. This study included on-the-job training activity to upgrade the capacity of employees of the Menufiya WWC and HCWW to carry out the required tasks in additional plants in the future.

Methodology. A short-term consultant from the WWSS project, with a committee of specialized experts from WWSS project, implemented the following tasks in undertaking this activity:

- Conducted a workshop to explain the methodology used in performing this task.
- Performed the electric measures required to analyze the plant's electric system. The group of engineers attended the session, where state-of-the-art equipment was used to measure and record the efficiency of the electric system.
- Provided theoretical and practical training for a group of WWC engineers and helped them use the measuring equipment and analyze the factors affecting the electric system.
- Drew a single line diagram (S.L.D) for the main and secondary distribution boards that feed both phases of the plant.

Summary of results.

- The plant has two medium effort feeders (11 K.V). Through a medium effort board it feeds two transformers 11/0.380 K.V. (1500 K.V.A). Through these, all loads could be fed at the plant with an effort of 380 volt, so that one of the feeders will be in operation and the other will be held as a backup. Sometimes, interchange could be undertaken between them, but it is preferred to operate only one at a given time to avoid the risks of overlapping feeders. Therefore, in our calculations, while designing the power factor improvement, we assume one feeder only.
- The current power factor is 80%, and the targeted power factor is 90%.
- The average effective power/hour is 362.3 k.wat/hour. The average effective power/month is 260856 k.wat/month
- Using our methodology, the penalty that could be avoided would be = 0.5% x 10 = 5 % of the total value of the electricity consumption invoice.

- The annual savings resulting from the installation and operation of the board would be 39,128 EGP, calculated as follows: (260,856 x 12 x 0.25) x 0.05 = 39,128 EGP.
- The cost of the capacitor is between 40,000 to 70,000 EGP, which would be made up in energy savings in less than one year.

The technical report that follows details all the procedures and measures made during the study process.

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

RATIONALIZING ENERGY CONSUMPTION AT ASHMOUN WATER TREATMENT PLANT, MENUFIYA

EGYPT WATER AND WASTEWATER SECTOR SUPPORT PROGRAM

Funded by the United States Agency for International Development (USAID)

May, 2010

This publication was produced for review by the United States Agency for International Development (USAID). It was prepared by Chemonics International Inc.

RATIONALIZING ENERGY CONSUMPTION AT ASHMOUN WATER TREATMENT PLANT, MENUFIYA

EXECUTIVE SUMMARY

EGYPT WATER AND WASTEWATER SECTOR SUPPORT PROGRAM
Funded by the United States Agency for International Development (USAID)

Contract No. EPP-I-00-04-00020-00, Order No. 3

R-2010.02.15