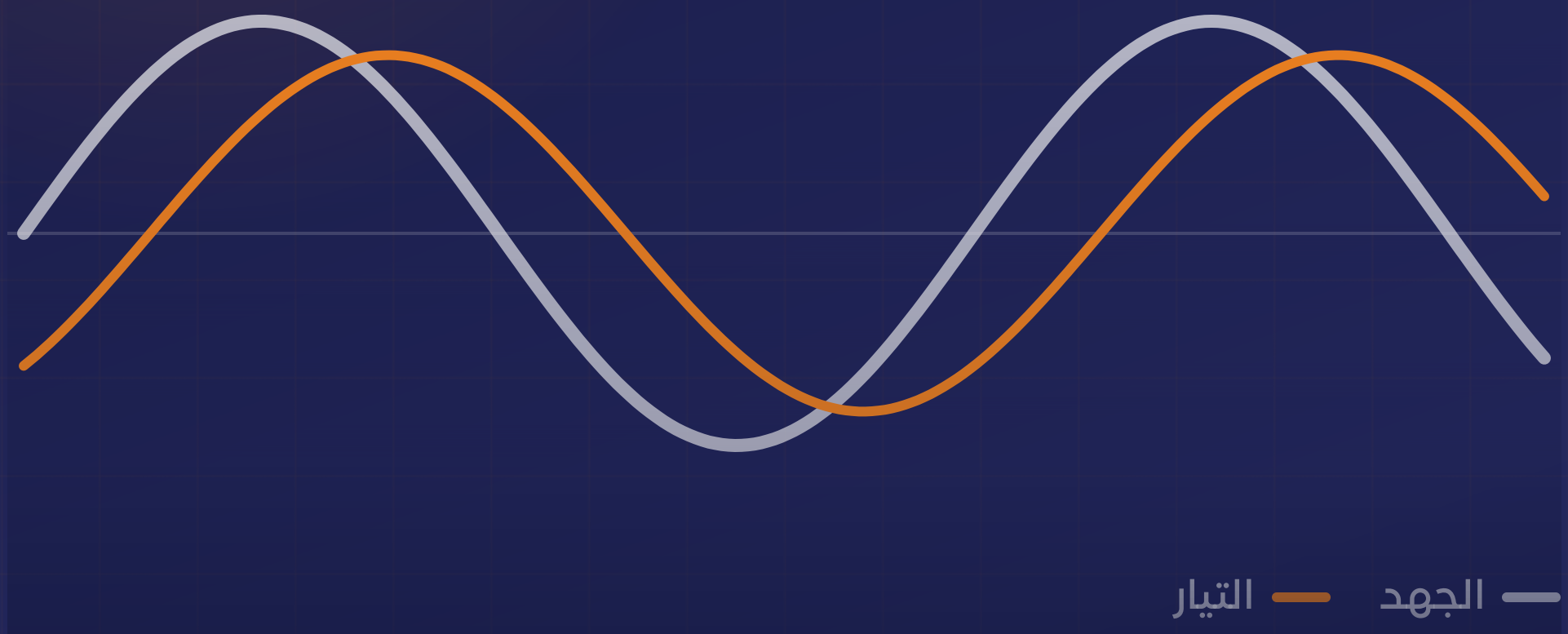


أكاديمية NLC | الحلقة 04

معامل القدرة.

لماذا قد يتطلب الحمل نفسه تيارًا أكبر، ولماذا لا يكفي رقم 0.9 في نشرة بيانات مشغّل LED.

الفكرة الأساسية

الواط نفسه. تيار أكبر.

عند ثبات الجهد والقدرة الفعلية، يؤدي انخفاض معامل القدرة إلى ارتفاع التيار الفعّال المسحوب من المصدر. وهذا يزيد فواقد I^2R ويستهلك سعة أكبر من الكابلات والقواطع والمحولات.

100 W	143 VA	PF 0.70
قدرة فعلية	قدرة ظاهرية مطلوبة	معامل القدرة

الفرق ليس نورًا مفقودًا؛ بل **سعة كهربائية إضافية** تتطلبها الشبكة.

التعريف

معامل القدرة هو النسبة.

$$PF = P / S = kW / kVA$$

عندما يكون الجهد والتيار جيبيين:

$$PF = \cos \phi$$

يعني PF 0.95 أن كل 100 kVA من القدرة الظاهرية تنقل 95 kW من القدرة الفعلية. وكلما انخفض PF، ارتفع التيار المطلوب لنقل القدرة الفعلية نفسها عند جهد ثابت.

للأحمال الجيبية الخطية

ثلاث قدرات، ومثلث واحد.



P · kW القدرة الفعلية

القدرة التي تتحول إلى نور أو حرارة أو حركة.

Q · kvar القدرة غير الفعّالة

قدرة ترتبط بتبادل الطاقة دورياً بين المصدر والحمل عبر المجالات الكهربائية أو المغناطيسية، من دون انتقال صافٍ للطاقة خلال دورة كاملة.

S · kVA القدرة الظاهرية

حاصل Vrms × Irms، ومنها يتحدد تحميل الكابلات والمعدات.

زاوية الطور

المحثات تؤخّر التيار، والمكثفات تقدّمه.



حمل مقاوم
الجهد والتيار متوافقان
PF 1.0

حمل حثي مثالي
التيار يتأخر 90°
معامل قدرة متأخر

حمل سعوي مثالي
التيار يتقدم 90°
معامل قدرة متقدم

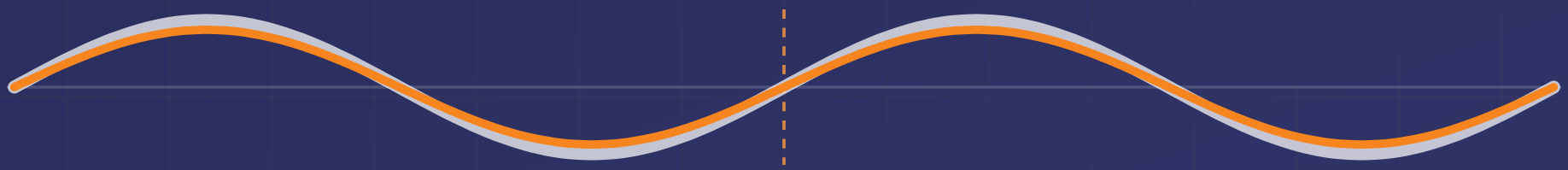
في الأحمال الحثية الخطية، توفّر **بطارية المكثفات** قدرة غير فعّالة متقدمة تعوّض جزءًا من القدرة غير الفعّالة المتأخرة. وهذا هو أساس تصحيح معامل الإزاحة.

آلية التصحيح

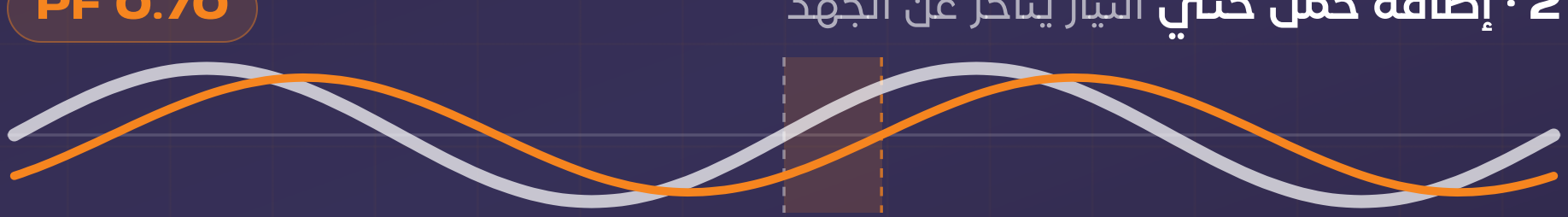
الحمل الحثي أولًا، ثم التعويض السعوي.

الجهد — التيار —

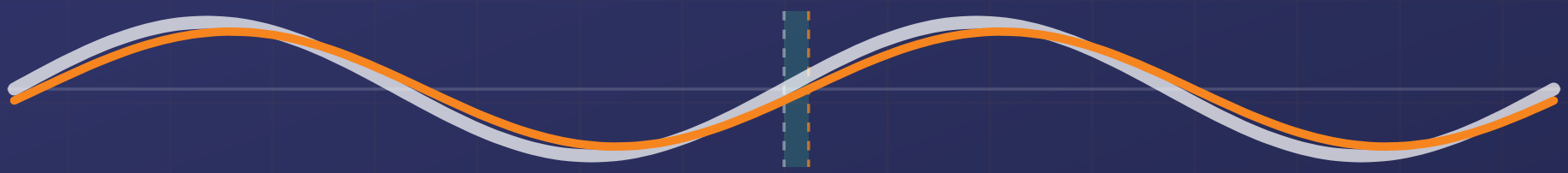
1 · حمل مقاوم الجهد والتيار متوافقان — PF 1.00

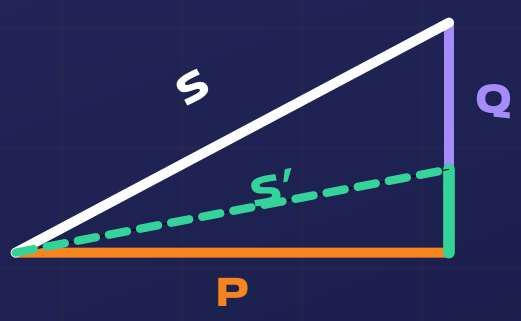


2 · إضافة حمل حثي التيار يتأخر عن الجهد — PF 0.70



3 · إضافة بطارية مكثفات تنخفض المركبة غير الفعّالة المتأخرة — PF 0.98





تسبب المحركات والمحولات تأخر التيار عن الجهد. وتوفّر بطارية المكثفات مركبة غير فعّالة متقدمة تقلل المركبة المتأخرة، فيقترب **معامل الإزاحة** من الواحد.

ما تتطلبه الشبكة

كلما انخفض PF، ارتفعت القدرة الظاهرية.

القدرة الظاهرية المطلوبة لكل 100 W من القدرة الفعلية:

S = 100 / PF VA



للمشتركين الخاضعين لتعريفة معامل القدرة في السعودية، يترتب على انخفاض PF عن 0.95 مقابل إضافي قدره **5 هللات لكل kvarh إضافي**، وفق هيئة تنظيم الكهرباء.

يعتمد التطبيق على فئة المشترك وشروط التعريفة.

المصدر: هيئة تنظيم الكهرباء، تعريفة معامل القدرة

التواء مشغّل LED

زاوية قريبة من الصفر، ومعامل قدرة منخفض.

في مشغّل LED بسيط، يشحن المقوّم الجسري مكثّف التخزين قرب قمم الجهد فقط. لذلك يصل تيار الدخل في نبضات ضيقة غنية بالتوافقيات، لا في موجة جيبية سلسة.



قد يكون **معامل الإزاحة** قريبًا من الواحد، بينما يبقى **معامل القدرة الحقيقي** منخفضًا.

خطأ المواصفات الشائع

زاوية الطور ليست القصة كاملة.

عندما يكون جهد المصدر جيبيًا، يعتمد معامل القدرة الحقيقي على عاملين: إزاحة الطور وتشوه تيار الدخل.

معامل القدرة الحقيقي = معامل الإزاحة × معامل التشوّه

$$PF = \cos\phi / \sqrt{(1 + THD_i^2)}$$

يمكن لمعامل إزاحة قدره 0.95 مع THD_i يقارب 64% أن ينتج معامل قدرة حقيقيًا يقارب **0.80**.

اطلب true PF وTHD_i تحت ظروف اختبار محددة، ولا تكتفِ بمعامل الإزاحة.

يحدد IEC 61000-3-2 حدود انبعاثات التيارات التوافقية؛ ولا يفرض بمفرده حدًا عامًا من نوع PF ≥ 0.90 وTHD_i ≤ 15% لكل المنتجات.

IEC 61000-3-2:2018+AMD1:2020+AMD2:2024
المصدر: IEC 61000-3-2، الإصدار 5.2

الحل

التصحيح النشط يعالج شكل التيار، لا زاويته فقط.

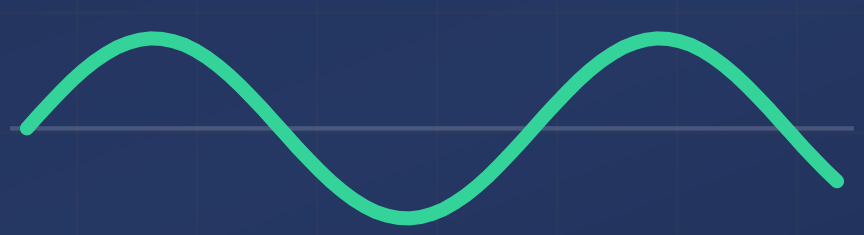
PFC سلبي

ملفات ومكثفات. أبسط وأكبر حجمًا، ويتفاوت أداؤه مع الحمل ونقطة التشغيل.



PFC نشط

دائرة تبديل إلكترونية تشكّل تيار الدخل ليقترب من موجة الجهد وتخفض التشوه التوافقي.



يمكن لدائرة PFC النشطة المصممة جيدًا أن تحقق معامل قدرة حقيقيًا مرتفعًا وTHD_i أقل ضمن نطاق تشغيل محدد.

عندما تتطلب المواصفة معامل قدرة مرتفعًا وتشوهًا منخفضًا عبر نطاق تشغيل واسع، يكون **التصحيح النشط لمعامل القدرة** غالبًا الخيار الأنسب.

عند كتابة مواصفة مشغّل LED

حدّد شرط القياس، لا الرقم فقط.

- اكتب **true PF ≥ 0.90** و**THD_i ≤ 15%** كهدفي مشروع، وحدد جهد الدخل والحمل ودرجة الحرارة ونقاط التعتيم.
- اطلب نتائج **true PF** وTHD_i وطيف التوافقيات؛ لا تكتفِ بمعامل الإزاحة.
- تحقق بجهاز يقيس true PF وTHD_i، مثل **محلل القدرة** أو **محلل جودة القدرة**.

إذا تعذر على المورد تقديم شروط القياس ونتائجه، فالمواصفة غير مكتملة.

معرفة عملية في هندسة الإنارة

احفظها. وأرسلها إلى زميل.

اقرأ المقال والمراجع

https://nlc.com.sa/ar/academy/power-factor.html

الحلقة القادمة

اختيار العاكس المناسب