

صورة توضيحية: خزانة بنك مكثفات ومفاعلات إزاحة الرنين تحتها.

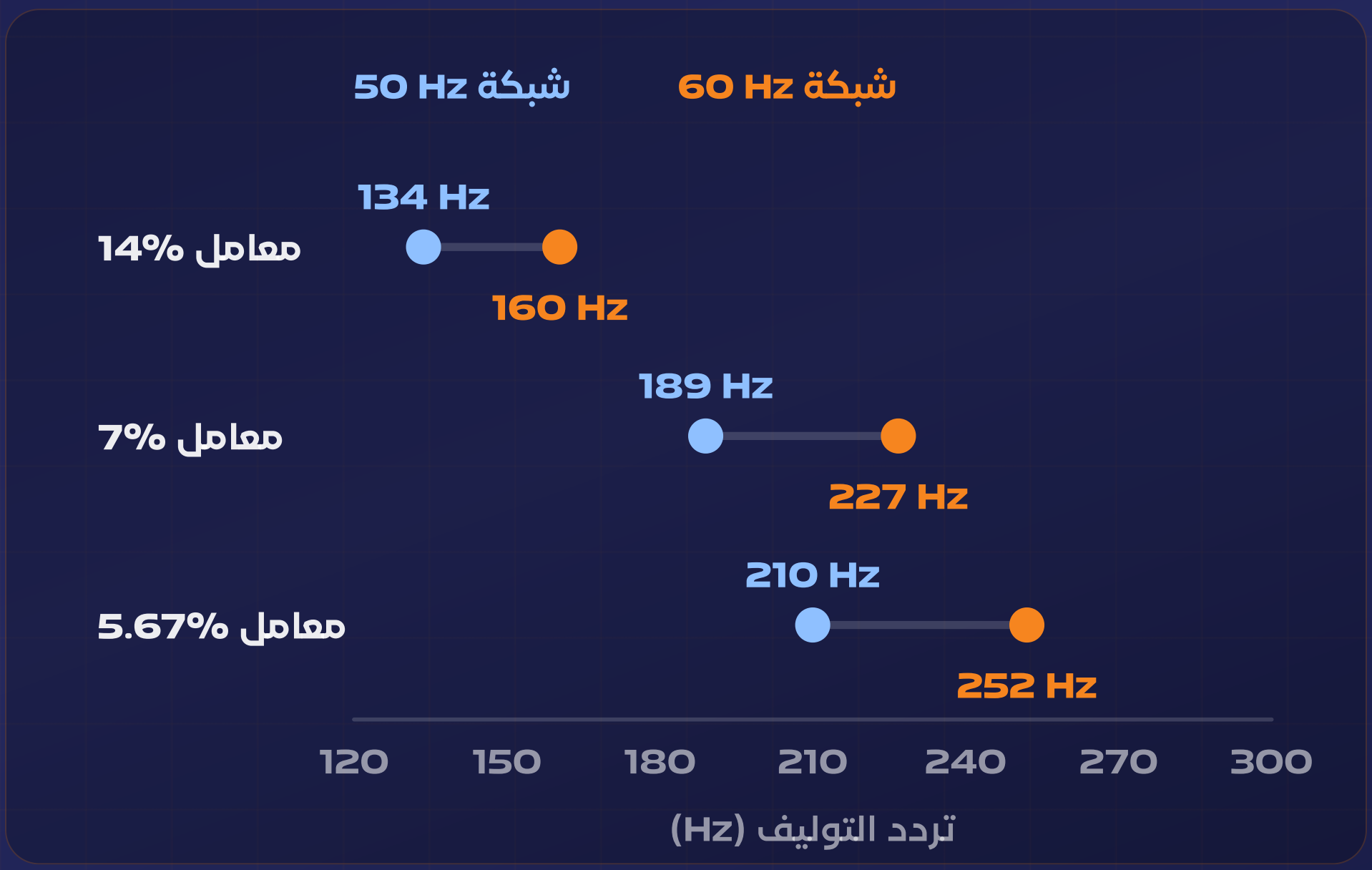


# مفاعلات إزاحة الرنين، وراجع الجدول.

تذكر CIRCUTOR أن المعامل 14% يتوالف عند 134 Hz على شبكة 50 Hz في بعض التركيبات، لا عند 189 Hz. وعلى شبكة 60 Hz يتوالف المعامل نفسه عند 160 Hz حساباً.

المعامل نفسه

# المعامل نفسه، وتردّد مختلف




حساباً: رتبة التوليف n = 1/√p ثابتة، أما تردّد التوليف f = f1/√p فيتحرّك مع الشبكة، 50 Hz أو 60 Hz.

رتبة التوليف

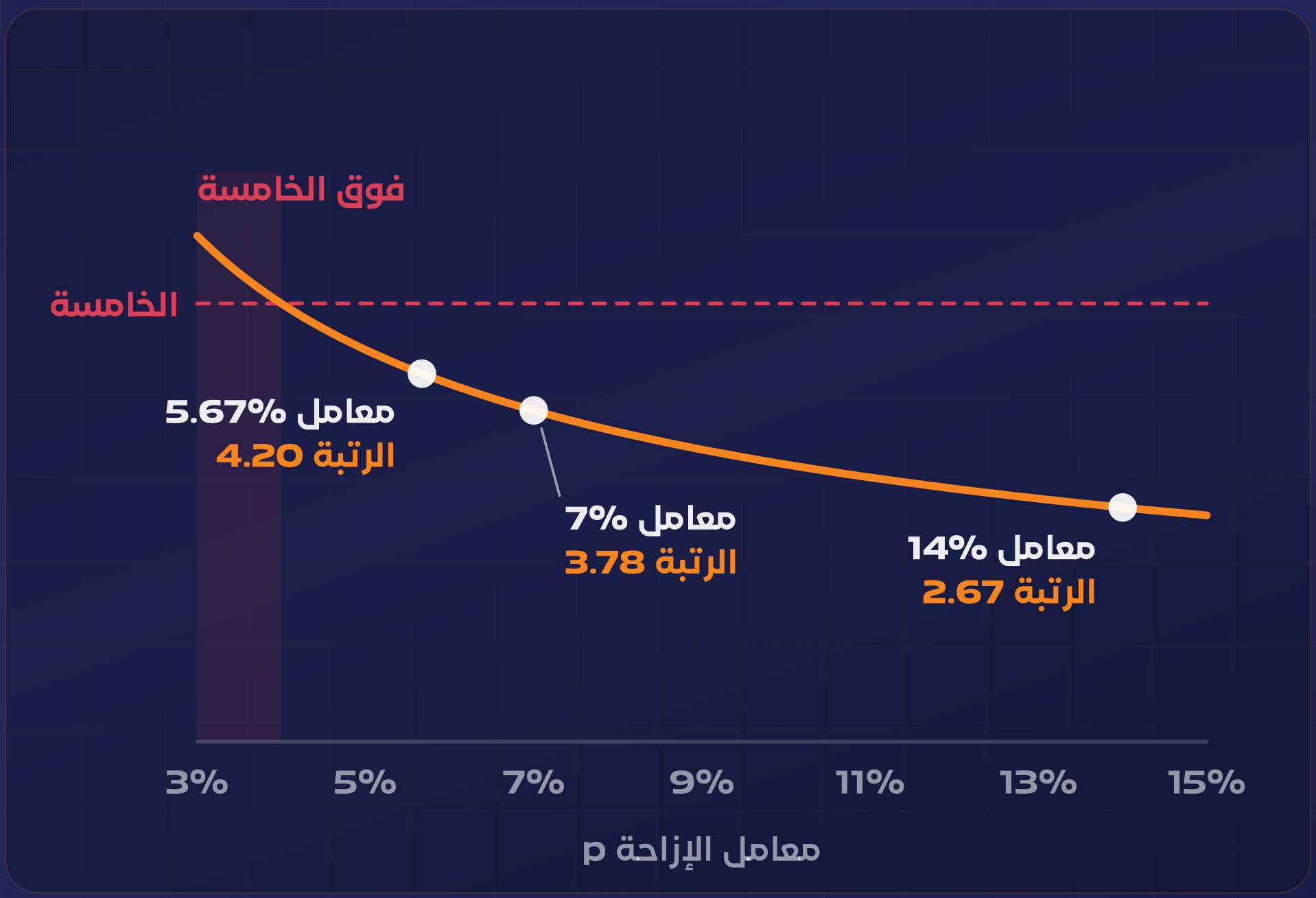
# 3.8% تتوالف فوق الخامسة، و 4.2% تحتها بقليل.




حساباً من n = 1/√p، يتوالف المعاملان 7% و 14% أسفل الخامسة بكثير، عند الرتبتين 3.78 و 2.67، وهما نفسهما على شبكتي 50 Hz و 60 Hz.

قاعدة الرتبة

# دون 4% يتوالف المعامل فوق الخامسة




حساباً: رتبة التوليف n = 1/√p مضاعف للتردد f1، وتعتمد على p وحدها، فهي نفسها على شبكتي 50 Hz و 60 Hz.

اختيار p

# إرشاد EPCOS: الثالثة القوية قد تشير إلى 14%




إرشاد تصميمي من الشركة المصنّعة EPCOS (2009)، لا متطلب معياري: p = 14% إذا كانت 13 أكبر من 15 × 0.2، وإلا فالمعامل 5.67% أو 7% بحسب THD-V.

ويتوقف الاختيار النهائي للمفاعل على تردد الشبكة (60 Hz في السعودية [4])، وطيف التوافقيات، ومعاوقة النظام، وظروف الرنين، وتصنيفات المكثف والمفاعل، ومواصفات الشركة المصنّعة.

تصنيف المكثف

# يُختار تصنيف المكثف فوق جهد الشبكة



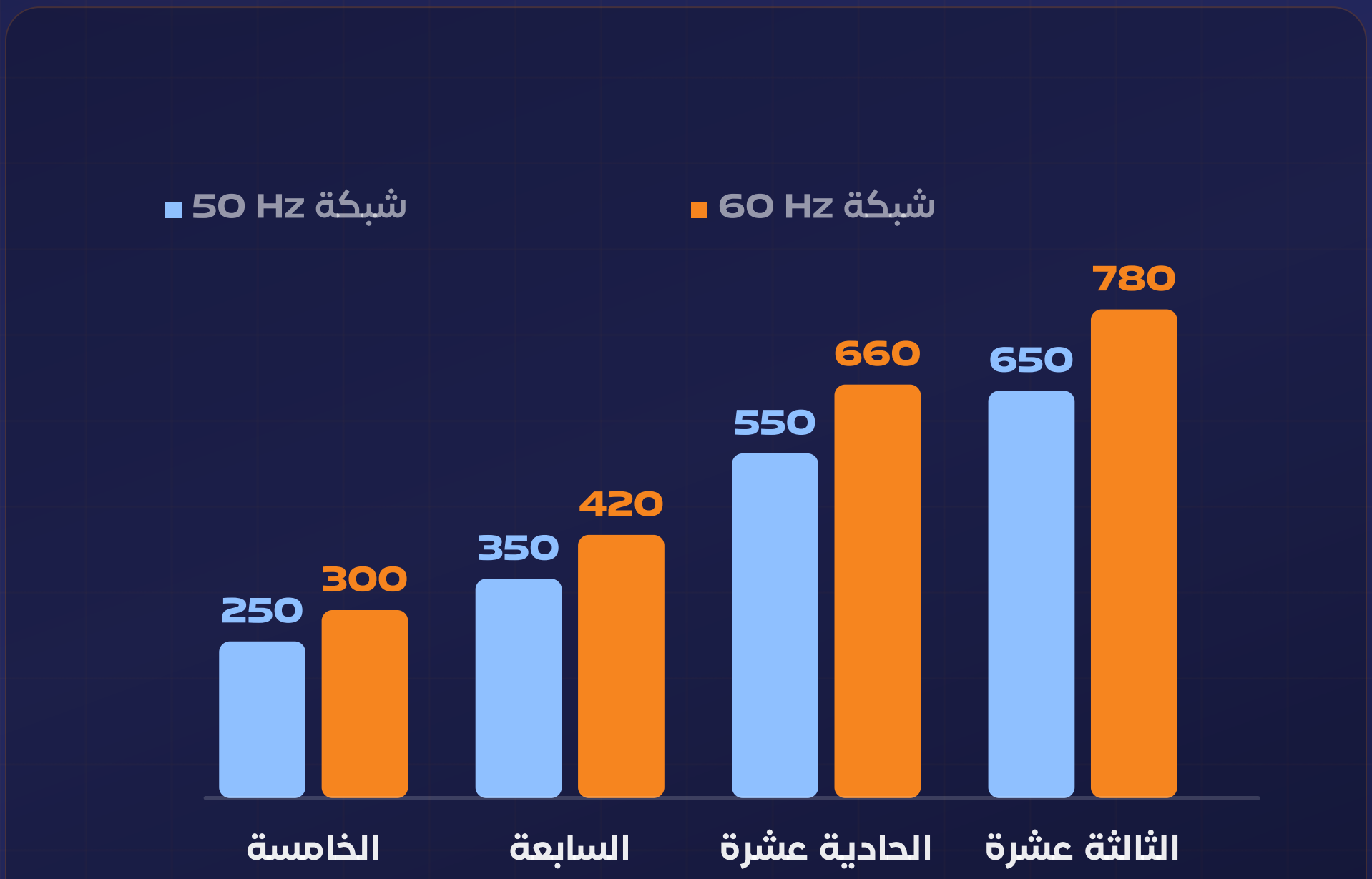

**المعامل = الكيلوفار المقنّن ÷ الكيلوفار المطلوب لكل خطوة**

وفق بيانات الشركة المصنّعة Vishay: في دوائر المرشّحات يجب أن يكون جهد التصنيف للمكثف أعلى من جهد الشبكة.

مثال من جدول Vishay (بيانات الشركة المصنّعة): 50 kvar لكل خطوة، بشبكة 400 V ومفاعل 7% ومكثف 440 V. المعامل 1.125، فيكون الناتج 56.25 kvar مقنّنة لكل خطوة.

المسح أولاً

# على شبكة 60 Hz الخامسة 300 Hz، لا 250 Hz




المحلّل المضبوط على 50 Hz يقرأ مكوّن 300 Hz على أنه الرتبة السادسة، لا الخامسة.

جدول مرجعي

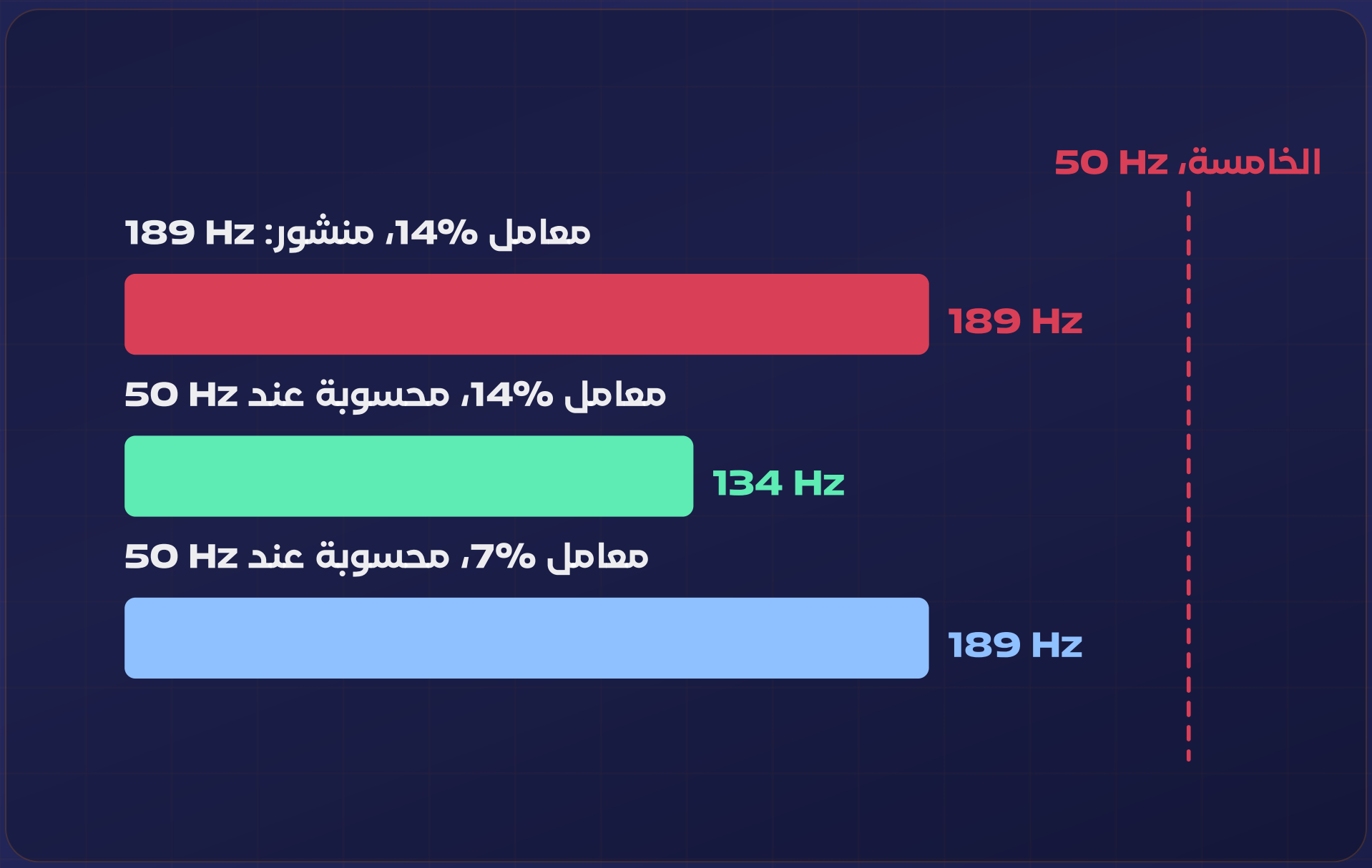
# معامل الإزاحة عند 50 Hz، وعند 60 Hz




حساباً: f = f1/√p و n = 1/√p لكل الصفوف. ومن بيانات الشركة المصنّعة: تذكر CIRCUTOR 189 Hz للمعامل 7%، و 134 Hz للمعامل 14% في بعض التركيبات، وكلاهما لشبكات 50 Hz.

الخطأ الشائع

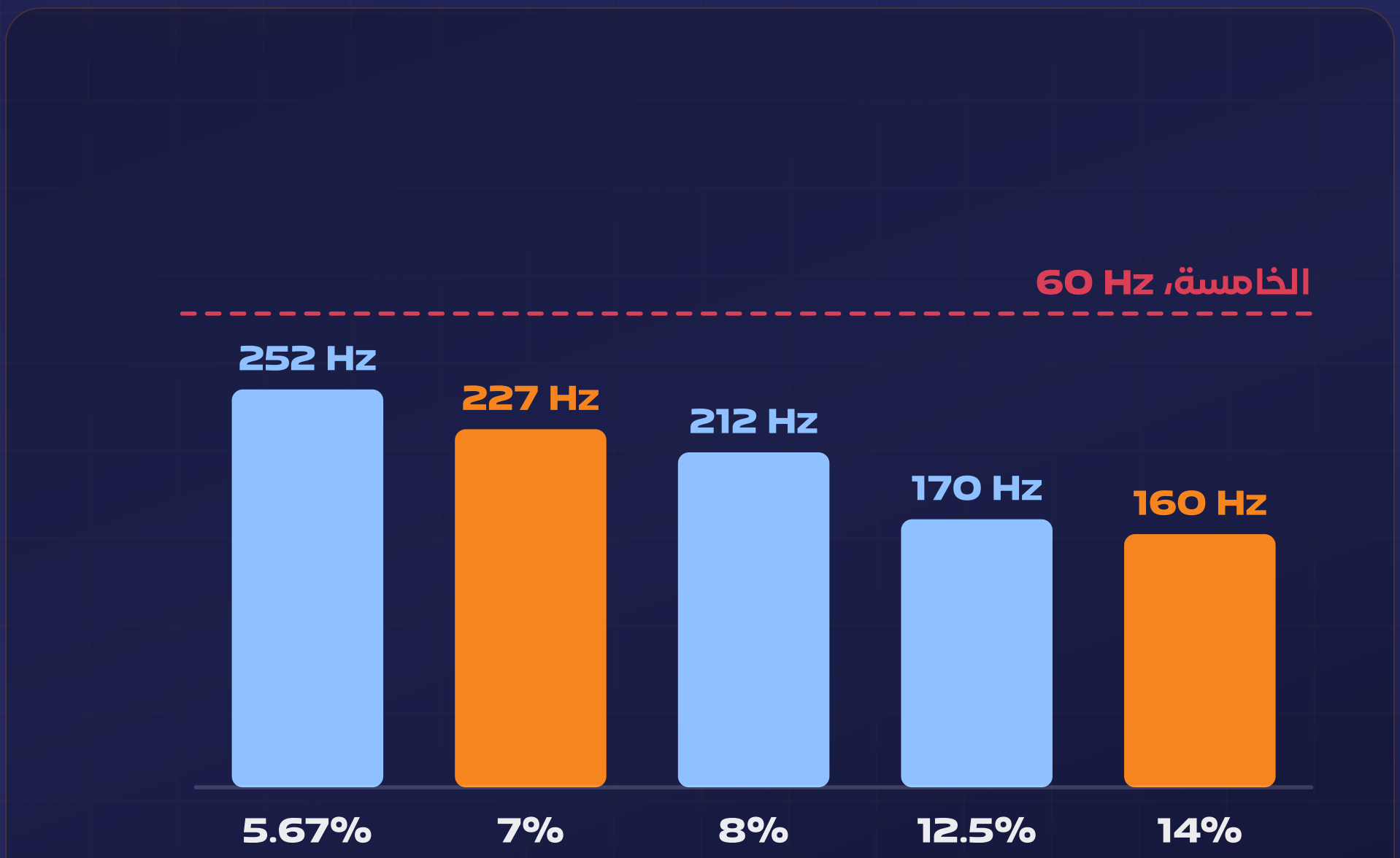
# على شبكة 50 Hz، تردد 189 Hz هو معامل 7%، لا معامل 14%




الجدول الذي يقرن 14% بتردد 189 Hz يخطئ: فالمعامل 14% يعطي حساباً 134 Hz على شبكة 50 Hz. وكلاهما تحت الخامسة (250 Hz).

التصحيح

# عند 60 Hz يتوالف المعامل 7% عند 227 Hz، والمعامل 14% عند 160 Hz

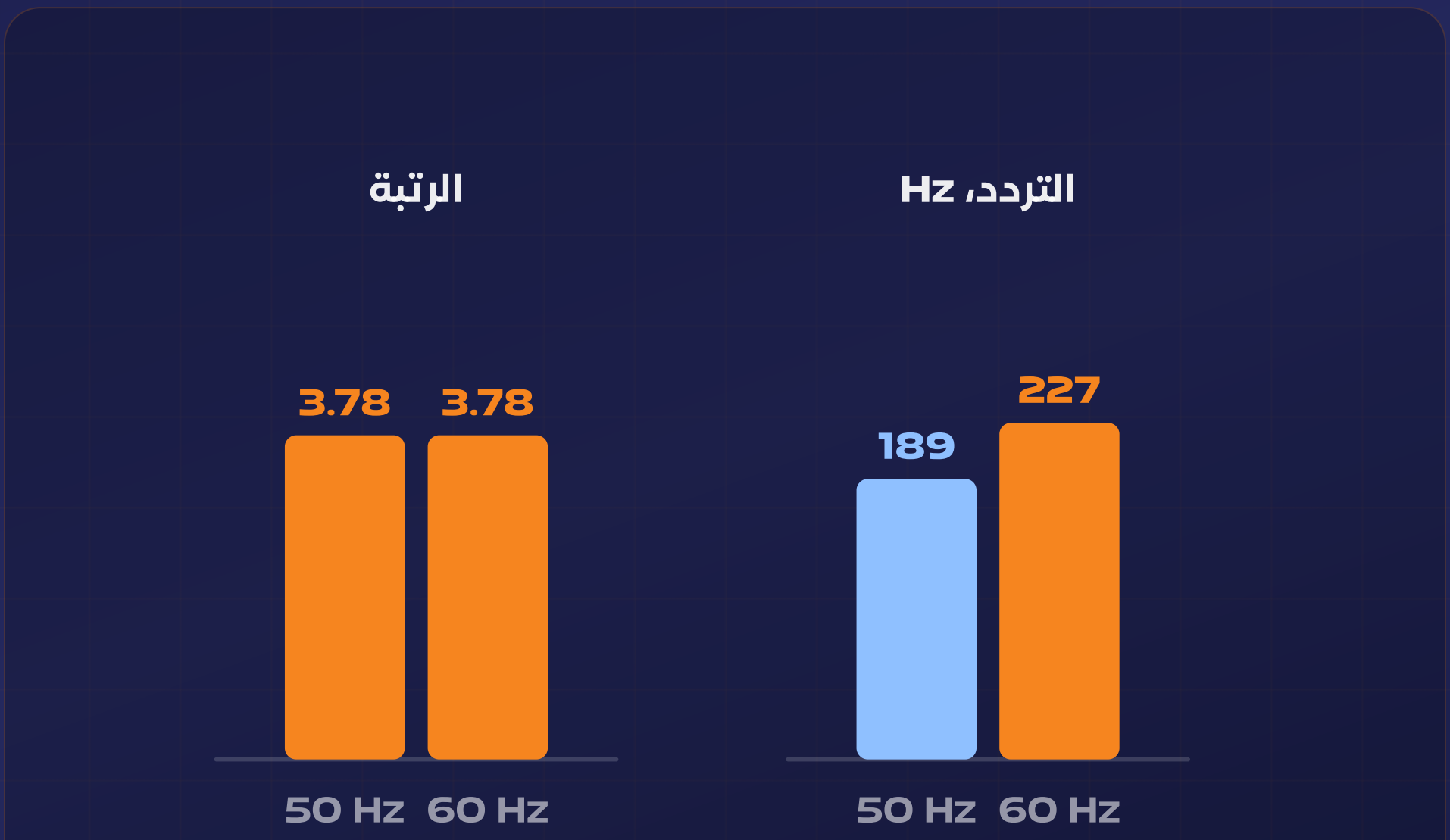



من بيانات الشركة المصنّعة: تقدّم CIRCUTOR تردّد 227 Hz لشبكات 60 Hz عند الطلب. فاطلبه بالاسم في عرض السعر.

القيمة 160 Hz حساب من f1/√p عند 60 Hz. قيمة CIRCUTOR المنشورة عند 60 Hz للمعامل 7% هي 227 Hz.

ثلاثة أرقام

# الرتبة تثبت، والتردد يتحرّك مع الشبكة.




حساباً، معامل 7%: الرتبة 3.78 على الشبكتين، والتردد 189 Hz على شبكة 50 Hz أو 227 Hz على شبكة 60 Hz.

في الموقع

# افحص كل حالة تشغيل للخطوات، لا البنك الكامل فقط



صورة توضيحية: بنك مكثفات ومفاعلات إزاحة الرنين تحته.

**كل حالة**
**خطوة داخلة أو خارجة**
قد يتكوّن رنين مع الشبكة

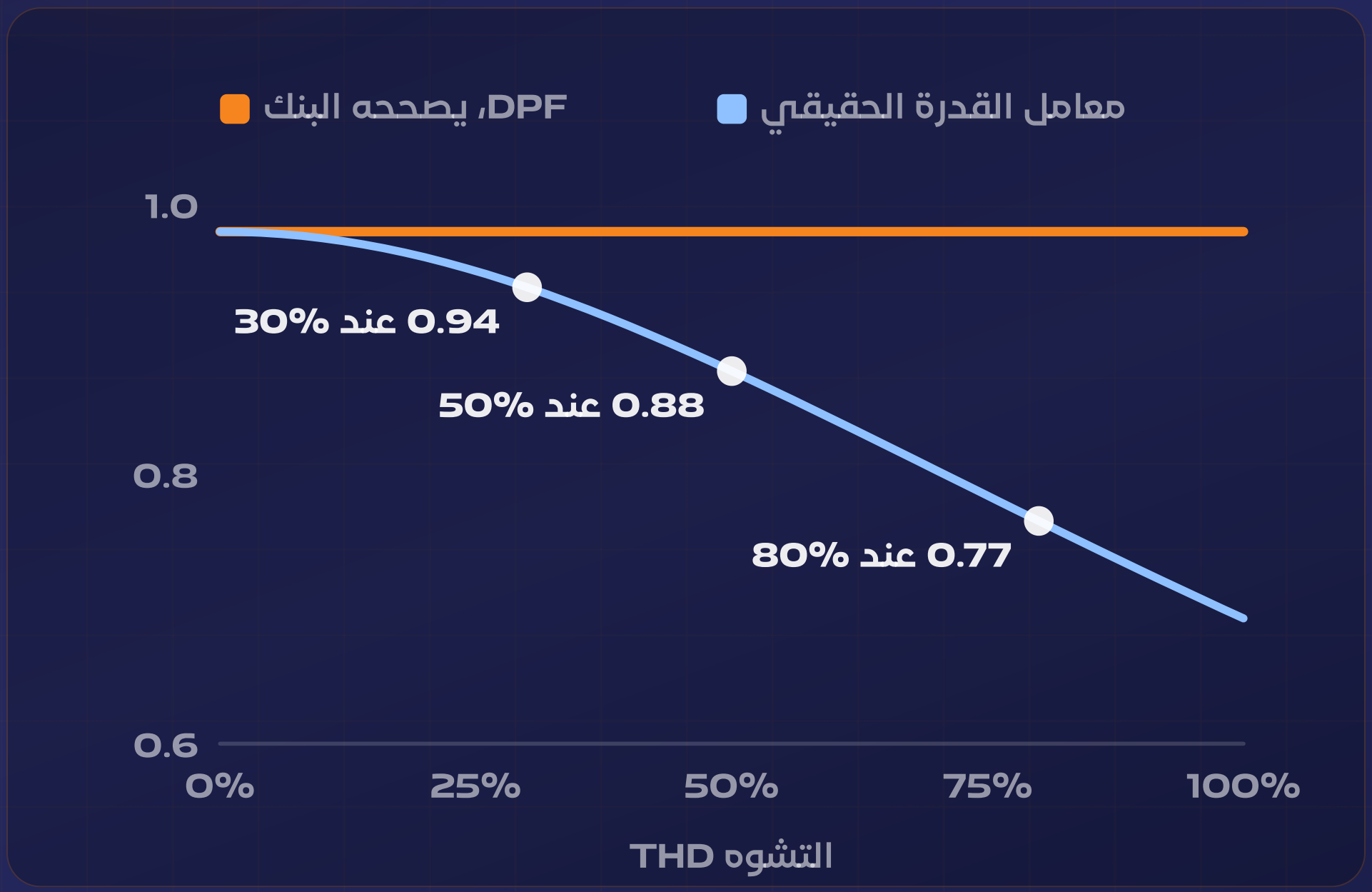
**مسح**
**THD-I و THD-V**
قبل اختيار p

**عرض السعر**
**تردد الشبكة و p**
اذكر 50 Hz أو 60 Hz

إرشاد الشركة المصنّعة EPCOS: المكثفات دون مفاعلات قد تكوّن رنيناً مع محاثة خط التغذية، وأساسها المحوّل.

معامل القدرة

# البنك يصحّح الإزاحة، لا التشوّه

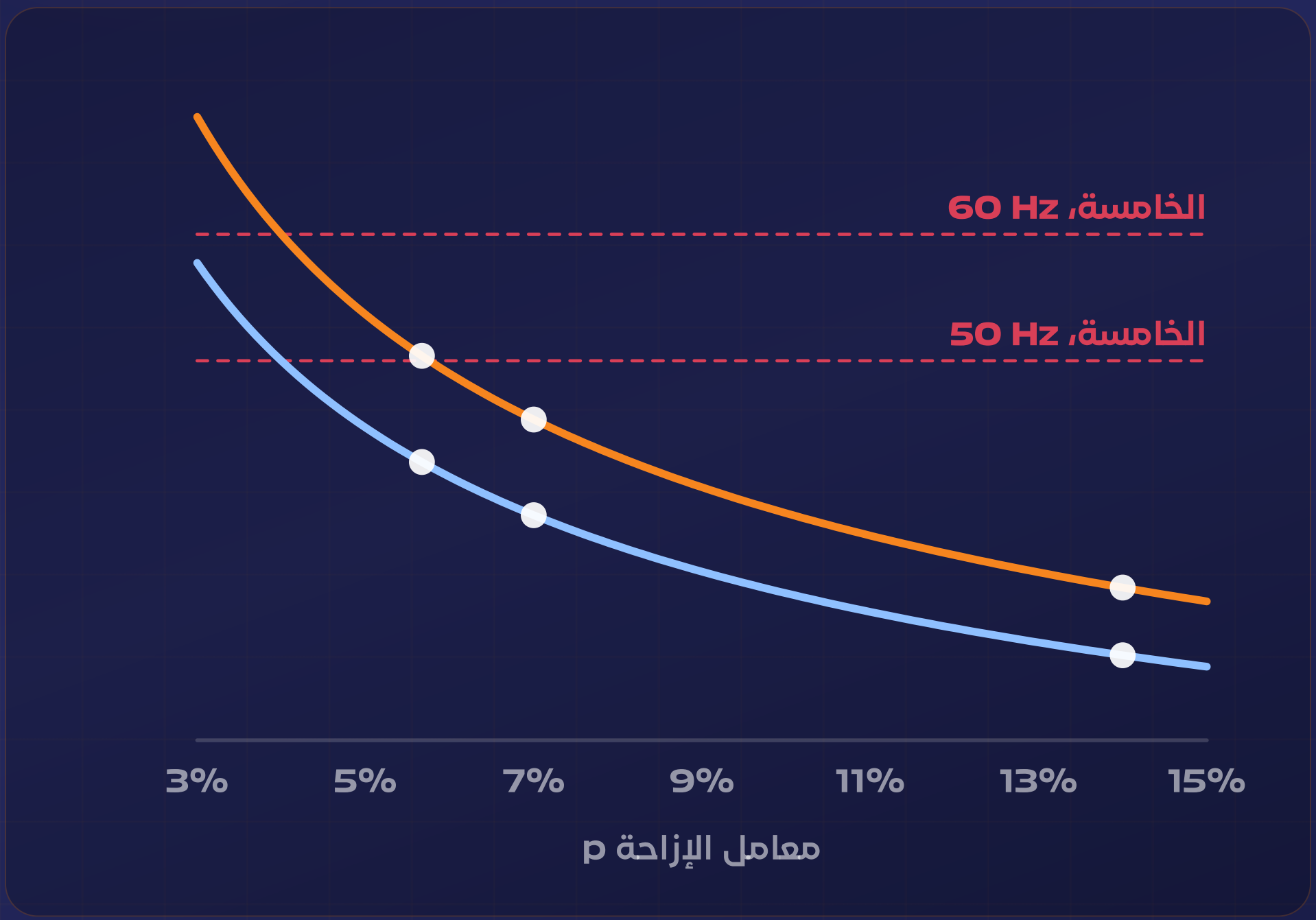



**عند تشوّه 50% يكون معامل القدرة الحقيقي 0.88، إذا حافظ البنك على معامل الإزاحة عند 0.98.**

معامل القدرة الحقيقي ($PF = DPF / \sqrt{(1 + THD_I^2)}$، من تعريف THD-I في EPCOS (صفحة 7). جهد شبه جيبي. حساب، لا قيمة كتالوج.

قاعدة التردد

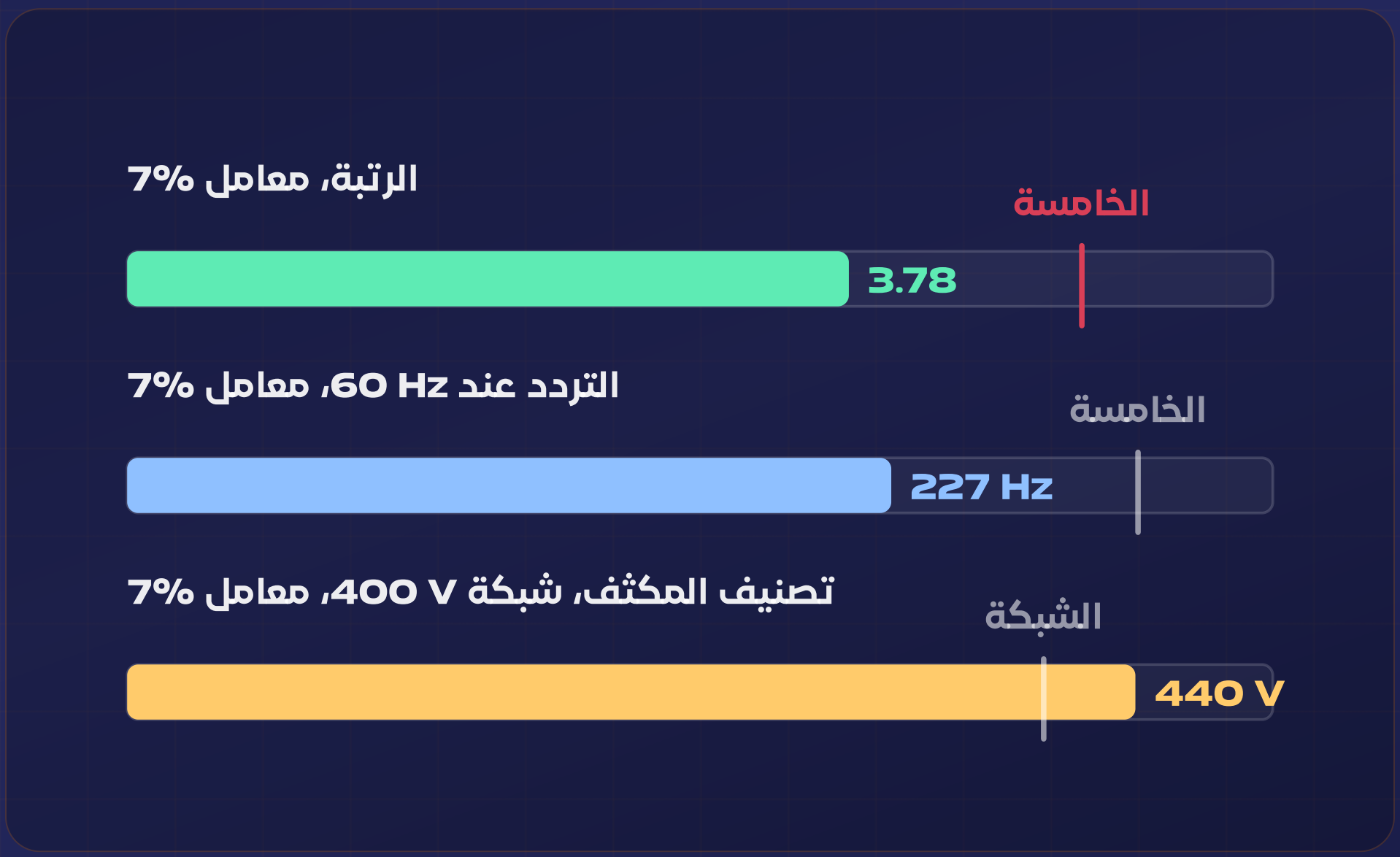
# المعامل نفسه، وتردّد أعلى على شبكة 60 Hz




حساباً: f = f1/√p. عند 7% تتوالف شبكة 50 Hz عند 189 Hz، وشبكة 60 Hz عند 227 Hz.

قبل التوقيع

# ثلاثة أرقام تُراجَع على عرض السعر

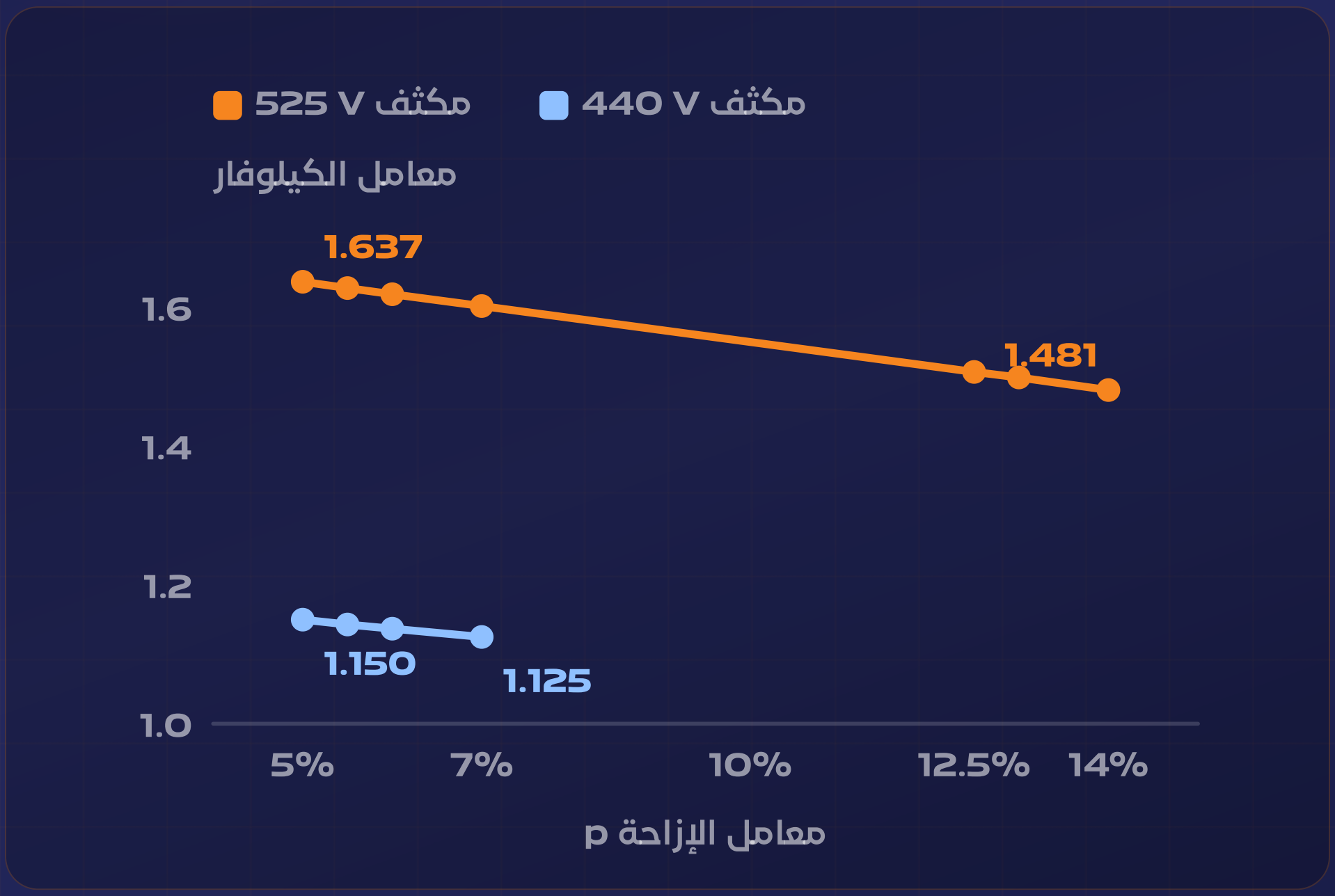



1. اسأل عن تردد الشبكة الذي حُسب عليه التوليف: 50 Hz، أو 60 Hz في السعودية.

2. اطلب تصنيف جهد المكثف، وقارنه بجهد الشبكة.

اقرأ الجدول

# المعامل يتوقّف على التصنيف وعلى p




1. اقرأ المعامل لجهد شبكتك وتصنيف مكثفك و p من جدول الشركة المصنّعة (هنا Vishay).

2. جدول Vishay لشبكة 415 V لا يتضمّن قيمة 440 V عند 7%، فالمكثف 440 V غير مدرج في ذلك الصف.

المصادر

# من أين جاءت الأرقام



[1] CIRCUTOR, Reactors III, RBZ-25-400, product page P73130
[2] EPCOS (TDK), Design Rules for PFC Systems, ANo 116/V1, 2009
[3] Vishay, Detuned filter capacitor output, doc 13186 (2017)
[4] SEC Grid Code, May 2026, cl. 2.10.2.1, 60 Hz nominal
[5] f = f1/sqrt(p) and n = 1/sqrt(p), NLC calculation
[6] PF = DPF/sqrt(1+THD_I^2), from the THD-I definition in [2]

الحسابات [5]: التردد والرتبة، ويطابقان قيم CIRCUTOR عند 50 Hz. بيانات الشركات المصنّعة [1] إلى [3]: المعاملات 5.67% و 7% و 14% في EPCOS، و 7% و 14% في CIRCUTOR. كود الشبكة [4]: 60 Hz اسمياً. والبقية أمثلة حسابية.

معرفة عملية في الهندسة الكهربائية

# احفظها. وأرسلها إلى زميل.

اقرأ المقال الكامل للحلقة

https://nlc.com.sa/ar/academy/capacitor-banks-detuning.html

الحلقة القادمة

**اختيار مقاطع الكابلات في حرّ السعودية**