

## تصحيح معامل القدرة أوتوماتيكيا

### Automatic Power Factor Correction

إعداد

دكتور علاء بيومي عبد العظيم

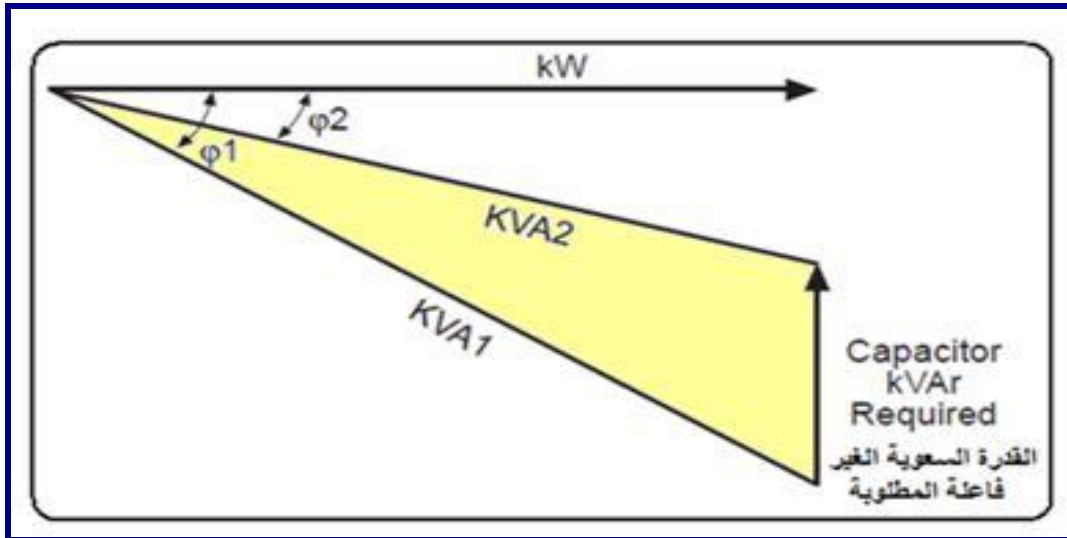
زميل جمعية المهندسين الأمريكية

### تحسين معامل القدرة Improving Power Factor

المكثف هو الجهاز الأكثر عمليا واقتصاديا لتحسين معامل القدرة. وكما ذكر سابقا ، جميع الأحمال الحثية تنتج طاقة قدرة حثية غير فاعلة متخلفة بزاوية طور ٩٠ درجة.

المكثفات من ناحية أخرى تنتج قدرة سعوية غير فاعلة والتي هي عكس القدرة الحثية الغير فاعلة تماما. في هذه الحالة تحدث قيمة الذروة (القمة) للتيار قبل حدوث قيمة الذروة أى تسبق leading بزاوية ٩٠ درجة.

بالاختيار الدقيق لسعة المكثف المطلوب فمن الممكن أن نلغى (نزيل) تماما القدرة الغير فاعلة الحثية عند وضعهما في الدائرة معا .



فى الشكل السابق:

- $\text{Cos } \phi_1$  تناظر kVA قبل إضافة جهاز تحسين معامل القدرة للشبكة.
- $\text{Cos } \phi_2$  تناظر kVA بعد إضافة جهاز تحسين معامل القدرة للشبكة.

لمنع التدفق المستمر للقدرة الغير فاعلة ذهابا وإيابا بين الحمل ومحطة القدرة يتم توصيل مكثف على التوازي مع الحمل حيث يكون تأثيره كجهاز تخزين للتيار الغير فعال.

فى هذه الحالة فإن التيار الغير فعال المغذى من محطة القدرة والمستخدم فى انتاج القوة المغناطيسية عند توصيل الحمل لا يعود إلى محطة القدرة ولكن بدلا من ذلك يتدفق إلى المكثف وببساطة يتداول بين المكثف والحمل. وبالتالي ترتاح خطوط التوزيع من محطة توليد الكهرباء من التيار الغير فاعل. ولذلك يمكن أن تستخدم المكثفات لتقليل kVA وتكاليف الكهرباء.

تحسين معامل القدرة يؤدي إلى:

- ١- خفض استهلاك وتكلفة الكيلو فولت أمبير.
- ٢- تحسين كفاءة محطات توليد الكهرباء.
- ٣- يمكن إضافة أحمال جديدة للنظام.
- ٤- تقليل التحميل الزائد على الكابلات وأجهزة التوصيل switchgear و...إلخ.
- ٥- تحسين عزم بدء المحركات.
- ٦- تقليل الوقود المطلوب لتوليد القدرة نتيجة لتخفيض المفقودات. losses

**حساب متطلبات (احتياجات) المكثفات:**

## Calculating Capacitor Requirements



من الضروري أن يتم اختيار الأحجام الصحيحة للمكثفات عند حساب متطلبات المكثفات.

في حالة التعويض المركزي من المستحسن أن تكون المرحلة الأولى للمكثفات مساوية لنصف المراحل التالية للسماح بتصحيح النظام ككل على نحو سلس linear وخطيا smooth

الجدول التالي "جدول معامل ضرب الكيلووات Kilowatt Multipliers " يساعد في حساب قيم المكثفات في التطبيقات المحددة.

Existing PF Cosφ Before applying capacitors	Target Power Factor Required Cosφ						
	0.80	0.85	0.90	0.92	0.95	0.98	1.0
0.40	1.54	1.67	1.81	1.87	1.96	2.09	2.29
0.42	1.41	1.54	1.68	1.73	1.83	1.96	2.16
0.44	1.29	1.42	1.56	1.61	1.71	1.84	2.04
0.46	1.18	1.31	1.45	1.50	1.60	1.73	1.93
0.48	1.08	1.21	1.34	1.40	1.50	1.60	1.83
0.50	0.98	1.11	1.25	1.31	1.40	1.53	1.73
0.52	0.89	1.02	1.16	1.22	1.31	1.44	1.64
0.54	0.81	0.94	1.07	1.13	1.23	1.36	1.56
0.56	0.73	0.86	1.00	1.06	1.15	1.28	1.48
0.58	0.65	0.78	0.92	0.98	1.08	1.20	1.40
0.60	0.58	0.71	0.85	0.91	1.00	1.13	1.33
0.61	0.55	0.68	0.81	0.87	0.97	1.10	1.30
0.62	0.52	0.65	0.78	0.84	0.94	1.06	1.27
0.63	0.48	0.61	0.75	0.81	0.90	1.03	1.23
0.64	0.45	0.58	0.72	0.77	0.87	1.00	1.20
0.65	0.42	0.55	0.68	0.74	0.84	0.97	1.17
0.66	0.39	0.52	0.65	0.71	0.81	0.94	1.14
0.67	0.36	0.49	0.63	0.68	0.78	0.90	1.11
0.68	0.33	0.46	0.59	0.65	0.75	0.88	1.08
0.69	0.30	0.43	0.56	0.62	0.72	0.85	1.05
0.70	0.27	0.40	0.54	0.59	0.69	0.82	1.02
0.71	0.24	0.37	0.51	0.57	0.66	0.79	0.99
0.72	0.21	0.34	0.48	0.54	0.64	0.76	0.96
0.73	0.19	0.32	0.45	0.51	0.61	0.73	0.94
0.74	0.16	0.29	0.42	0.48	0.58	0.71	0.91
0.75	0.13	0.26	0.40	0.46	0.55	0.68	0.88
0.76	0.11	0.24	0.37	0.43	0.53	0.65	0.86
0.77	0.08	0.21	0.34	0.40	0.50	0.63	0.83
0.78	0.05	0.18	0.32	0.38	0.47	0.60	0.80
0.79	0.03	0.16	0.29	0.35	0.45	0.57	0.78
0.80		0.13	0.27	0.32	0.42	0.55	0.75
0.81		0.10	0.24	0.30	0.40	0.52	0.72
0.82		0.08	0.21	0.27	0.37	0.49	0.70
0.83		0.05	0.19	0.25	0.34	0.47	0.67
0.84		0.03	0.16	0.22	0.32	0.44	0.65
0.85			0.14	0.19	0.29	0.42	0.62
0.86			0.11	0.17	0.26	0.39	0.59
0.87			0.08	0.14	0.24	0.36	0.57
0.88			0.06	0.11	0.21	0.34	0.54
0.89			0.03	0.09	0.18	0.31	0.51
0.90				0.06	0.15	0.28	0.48
0.91				0.03	0.13	0.25	0.46
0.92					0.10	0.22	0.43
0.93					0.07	0.19	0.40
0.94					0.03	0.16	0.36
0.95						0.13	0.33

المعلومات المطلوب معرفتها مسبقا هي ما يلي:  
١- معامل القدرة قبل وضع المكثفات ( العامود الأيسر ) .  
٢- معامل القدرة المطلوب ( الصف العلوى الأفقى ) .  
٣- الاستهلاك الكلى بالكيلو وات.  
ويمكن حساب الحجم الصحيح للمكثف بضرب العامل الناتج عن تقاطع الصف الأفقى مع العامود الرأسى بالجدول فى قيمة الكيلووات.

مثال توضيحي :  
نفرض مصنع حمله الكلى 666 kVA بمعامل قدرة  $\cos\phi$  حوالى 0.75 متأخر  
( متخلف ) . lagging

الخطوات:

١- حول حمل المصنع إلى الكيلووات

$$(kVA \times PF = kW)$$

$$666 \text{ kVA} \times 0.75 \text{ Pf} = 500 \text{ kW (القدرة المفيدة)}$$

٢- لتصحيح حمل قيمته 500KW بمعامل قدرة ( PF ) 0.75 إلى معامل قدرة ( PF ) 0.98 - تتبع القيمة 0.75 الموجودة بالعامود الرأسى الأيسر أفقيا حتى القيمة الواقعة تحت القيمة 0.98 بالصف العلوى الأفقى للحصول على معامل الضرب ، قيمة المعامل هي. 0.68

٣- المكثف المطلوب للتصحيح من 0.75 إلى 0.98 هو :

$$500 \text{ kW} \times 0.68 = 340 \text{ kVAr}$$

التوفير الناتج:

$$500 \text{ kW} @ 0.75 \text{ PF} = 666 \text{ Kva}$$

$$500 \text{ kW} @ 0.98 \text{ Pf} = 510 \text{ Kva}$$

( التخفيض ) التوفير 156 KVA ( أى تقليل التحميل على محول التغذية بما قيمته 23.4% )

في المنشآت الصناعية الكبيرة حيث يستخدم العديد من المحركات أو عندما يكون السبب الرئيسى لمعامل القدرة هو الحصول على فواتير كهرباء مخفضة عندئذ فإن التعويض المركزى هو الأكثر عمليا واقتصاديا من التعويض لكل محرك على حده. في هذه الحالة ، يتم تثبيت بنوك banks مجموعات كبيرة أو رفوف racks من

المكثفات في لوحات التوزيع الرئيسية للمصنع وتقسم إلى مراحل steps والتي توصل وتفصل أوتوماتيكيا وفقا للمتطلبات المحددة للتحميل عن طريق نظام تحكم آلي مما يؤدي إلى تحسين معامل القدرة الكلى للشبكة.

كما يستفاد - يستخدم من الجداول لحساب متطلبات حجم المكثف بوحدة kVAR لتصحيح معامل القدرة يجب معرفة المعلومات التالية مسبقا.

أ -معامل القدرة المتوسط للمصنع. average

ب -أقصى حمل تشغيل maximum running load للمصنع بالكيلو وات KW

لتجنب المقاومات الحديدية والارتفاع الخطير فى الجهد يجب ألا يتجاوز kVAR الإجمالي المطلوب 65% من kVA الخاص بمحول التغذية . عمليا وللأمان التام هذه القيمة تكون تقريبا. 50%

عامة يتكون نظام تصحيح معامل القدرة الأوتوماتيكى من :

أ - قاطع رئيسى load-break isolator أو قاطع دائرة circuit breaker





ب - ريلاي أوتوماتيكي للتحكم في القيم الغير فاعلة.



تصحيح معامل القدرة أوتوماتيكي  
دكتور علاء بيومي عبد العظيم



ت - حوامل ودعامات لمكثفات معامل القدرة مزودة بمصهرات (فيوزات) مناسبة.



ث - كونتاكتورات (ملامسات) بمعاملات مناسبة لتوصيل وفصل المكثفات.



الريلاى الأوتوماتيكي للتحكم فى القيم الغير فاعلة يتابع ويرصد الشبكة ككل ويقوم بتوصيل وفصل بنوك (مجموعات) المكثفات المطلوبة فى فترات محددة مسبقا للتعويض وفق متطلبات التحميل .  
ونظرا لأن مكونات تحول المكثفات تتعرض لإجهادات عالية مما يؤكد أنه لا بد من اختيار الحجم والمعدل الصحيح لكل المكونات المستخدمة فى النظام.