INVESTMENT OF ELECTRICAL EQUIPMENT

استثمار التجهيزات الكهربائية

المحاضرة السابعة: معامل القدرة الكهربائية وطرق تحسينه

د. أحمد محمد رحال

مادة: استثمار التجهيزات الكهربائية

سنة: ثالثة تغذية كهربائية

معامل القدرة الكهربائية وطرق تحسينه

قبل ان نبدأ الحديث عن كيفية تحسين معامل القدرة الكهربائية يجب ان نكون على علم ببعض القوانين ونوع القدرات وكذلك أنواع الأحمال الكهربائية:

١- أنواع القدرات الكهربائية:

١-١ القدرة الفعالة (الحقيقية) Active power (P):

وهي تعبر عن القدرة الحقيقة المستفاد منها في صورة حركة في المحركات أو في صورة ضوء في المصابيح أو في صورة حرارة في السخانات ،.....إلخ ، وهي حاصل ضرب الجهد في التيار في جيب تمام الزاوية بين الجهد والتيار (تجيب الزاوية)، وهي تقاس بالوات (W) أو بالكيلوواط (KW)، ويرمز لها بالحرف P.

ويمكن حسابها كالاتي:

في دوائر الطور الواحد بالقانون: $P = V * I * COS \theta$

وفى دوائر الثلاثة اطوار بالقانون: $P = \sqrt{3} * V * I * COS \theta$

١-٢ القدرة غير الفعالة REACTIVE POWER (Q):

وهي تعبر عن القدرة التي يستهلكها الحمل من دون أن تتحول إلى قدرة نافعة، فمثلاً القدرة المستهلكة في مغنطة الملفات في المحركات الحثية هي قدرة غير فعالة لأن المحرك يستهلكها من دون أن تترجم إلى حركة، وهي تقاس بالفار (VAR) أو بالكيلوفار (Kvar)، وهي حاصل ضرب الجهد في التيار في جيب الزاوية بين موجة الجهد وموجة التيار. ويرمز لها بالحرف **Q**.

وتحسب كالاتي:

فى دوائر الطور الواحد بالقانون: $Q = V * I * SIN \theta$

وفى دوائر الثلاثة اطوار بالقانون: $Q = \sqrt{3} * V * I * SIN \theta$

٣-١ القدرة الظاهرية (S) APPARENT POWER:

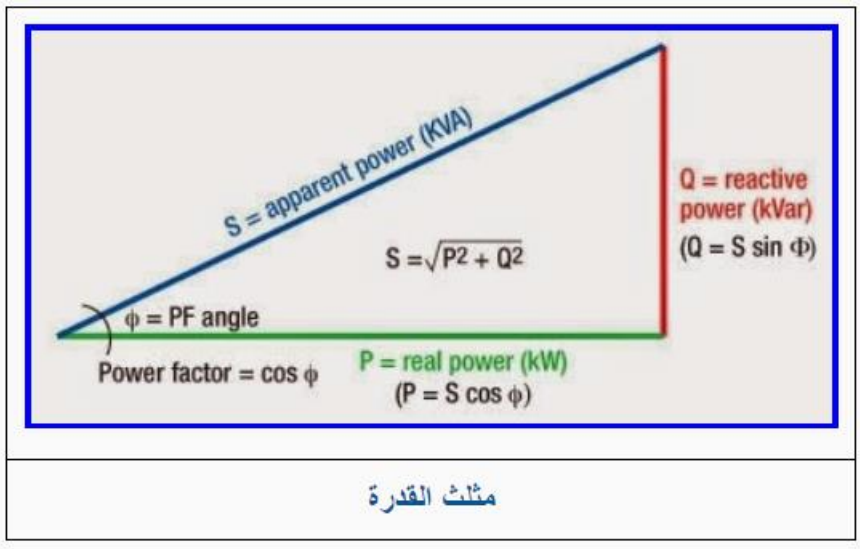
وهي تعبر عن القدرة الكهربائية الكلية للحمل، وهي حاصل ضرب الجهد في التيار، ولذا تقاس بالفولت أمبير(VA) أو بالكيلو فولت أمبير (KVA) ويرمز لها بالحرف S . وهي أيضا عبارة عن المجموع الجبري للقدرة الفعالة والقدرة غير الفعالة.

ويمكن حسابها كالاتي:

في دوائر الطور الواحد بالقانون: $S = V * I$

وفى دوائر الثلاث اطوار بالقانون: $S = \sqrt{3} * V * I$

الخلاصة: ان القدرة الكهربية عبارة عن جهد وتيار وتسمى بالقدرة الظاهرية (S) والحمل هو الذى يقسم هذه القدرة الى جزئيين قدرة فعالة و قدرة غير فعالة. ويمكن التعبير عن ذلك بمثلث القدرة الموضح بالشكل التالي.



مثلث القدرة

اذاً تستهلك الأحمال الكهربية (المحركات – المحولات - السخانات – الأفران - .....) مركبتين من الطاقة الكهربية:

الطاقة الفعالة: وهى الطاقة التي تتحول الى شغل ميكانيكي أو حرارة أو ضوء.

الطاقة الغير فعالة: وتأخذ أحد الشكلين:

الطاقة الغير فعالة التي تتطلبها الدوائر الكهربية التأثيرية مثل المحولات والمحركات ...الخ

الطاقة الغير فعالة التي تتطلبها الدوائر السعوية مثل مكثفات الكابلات ومكثفات القوى ....الخ

ويعرف المجموع الاتجاهي لكل من القدرة الفعالة والغير فعالة بالقدرة الظاهرية ويرمز لها بالرمز(S) كما هو موضح بالشكل السابق.

٢- الأحمال الكهربائية:

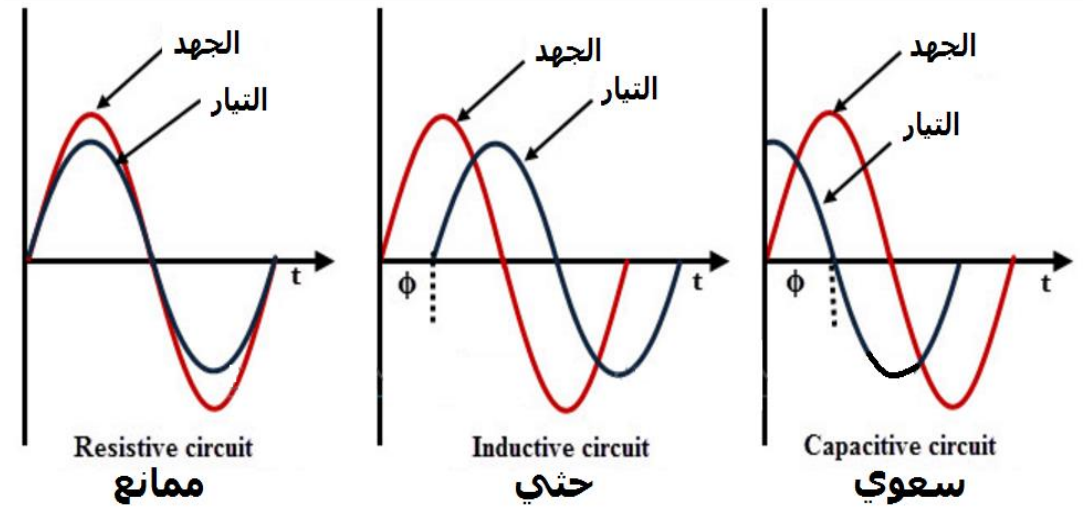
تقسم الاحمال الكهربائية الى ثلاثة انواع رئيسية كما تكلمنا سابقا، وهي:

٢-١ أحمال مادية (ممانعة) resistance؛

٢-٢ أحمال حثية inductance؛

٢-٣ أحمال سعويه capacitance.

الفرق ما بين هذه الأحمال هو اختلاف الزاوية ما بين طور الجهد و طور التيار (Phase shaft) كما موضح في الشكل التالي:



في الأحمال الكهربائية المادية الزاوية ما بين طور التيار وطور الجهد تساوي الصفر أي أن التيار والجهد يبدآن من نفس النقطة، لذا فإن معامل القدرة يساوي الواحد، بينما في الأحمال الحثية الجهد يسبق التيار يسمى (Lagging)، أما في الأحمال السعوية فإن التيار يسبق الجهد ويسمى (Leading). كما هو موضح بالشكل السابق.

ويستهلك النوع الاول من الأحمال القدرة الفعالة active power، وهي التي تستهلكها معظم الاحمال العادية في المنازل، ويظهر النوعين الثاني والثالث في المصانع نتيجة لوجود المحركات وهي التي تنتج القدرة الغير فعالة reactive power، وهي قدرة ضارة تقلل من كفاءة التوليد وتؤدي الى خسارات في قدرة محطات التوليد.

وعند جمع قيمة الحمل الكلي يتم جمعه جمعا مركبا complex function مما ينتج عنه زاوية معينة angle وعند حساب جيب تمام هذه الزاوية cos angle يظهر ما يسمى

بمعامل القدرة power factor وهي قيمة بدون وحدة قياس قيمتها اقل او تساوي الواحد، وكلما اقتربت هذه القيمة من الواحد كلما قلت القدرة الغير فعالة وزادت القدرة الفعالة.

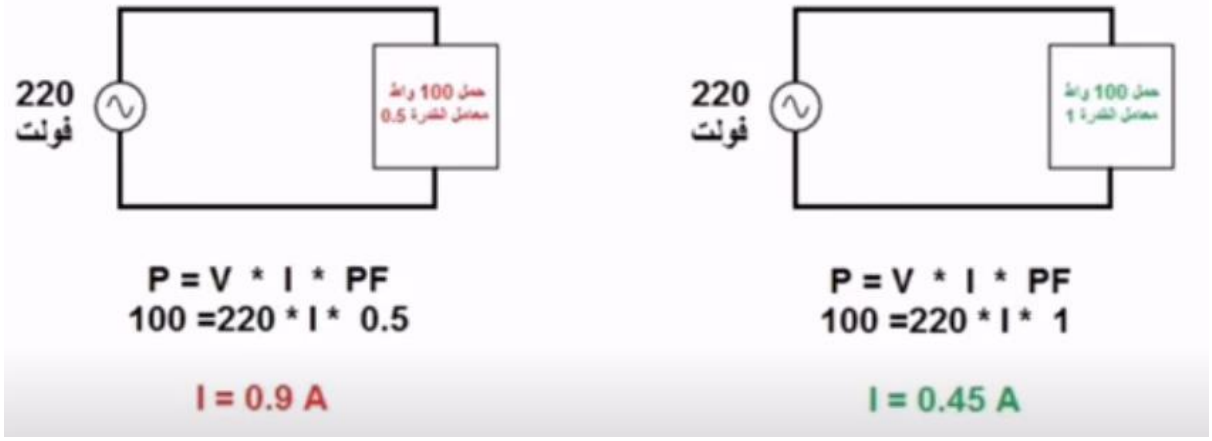
٣- معامل القدرة (cos ϕ) power factor:

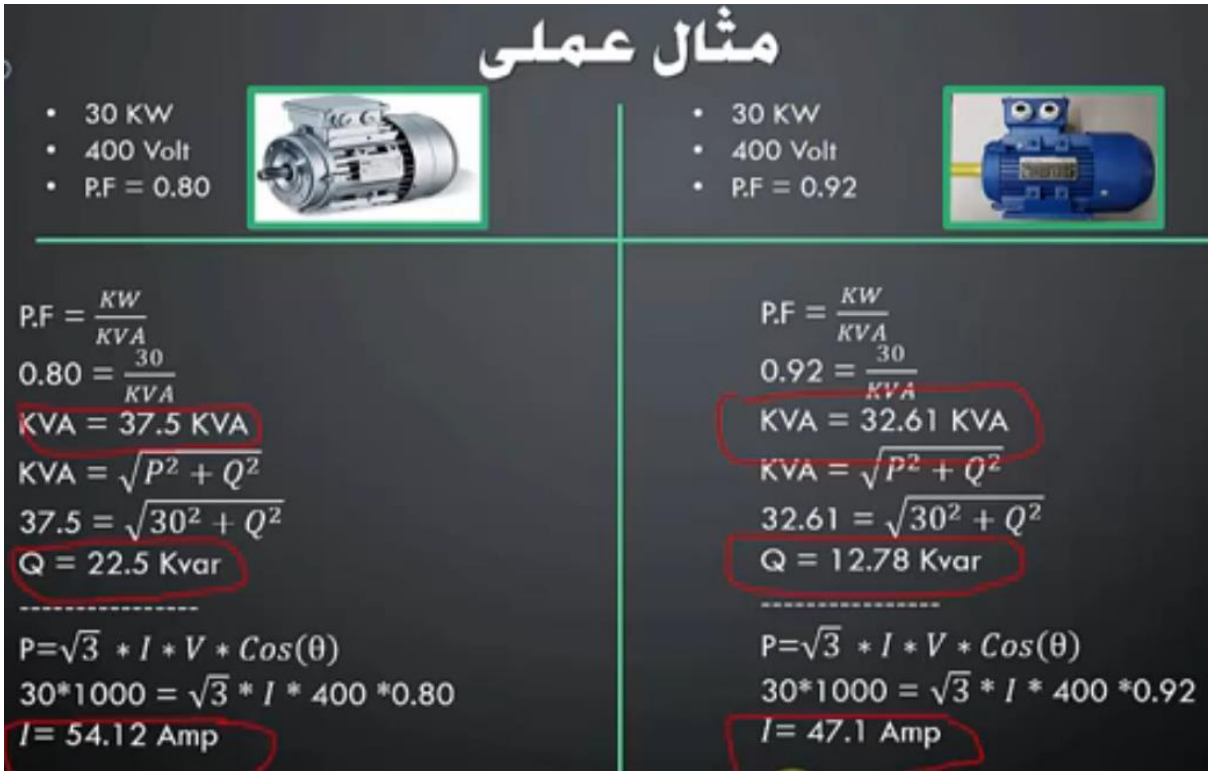
معامل القدرة هو النسبة بين القدرة الفعالة والتي تستهلك فعلا" بالأحمال وتقاس بالوات(W) أو بالكيلوواط (KW) والقدرة الكلية المطلوبة والتي تسمى القدرة الظاهرية وتقاس بالفولت أمبير (VA) أو بالكيلو فولت أمبير (KVA). حيث أن القدرة الفعالة هي التي تنجز العمل الحقيقي مثل انتاج الحرارة، الضوء، الحركة ..... الخ. أما القدرة الردية فهي التي تساعد على وجود المجال الكهرومغناطيسي وتقاس بالفولت أمبير ردي (VAR) أو بالكيلو فولت أمبير ردي (KVAR). أما القدرة الظاهرية فهي مزيج من القدرة الفعالة والقدرة الردية وتقاس بالكيلو فولت أمبير (KVA).

$$\mathbf{COS}\ \boldsymbol{\varphi} = \frac{\mathbf{P(W)}}{\boldsymbol{S(VA)}}$$

ويعرف ايضا معامل القدرة بأنه جيب تمام الزاوية (تجيب الزاوية) بين القدرة الفعالة والقدرة الظاهرية وتتراوح قيمته من ٠ الى ١ وكلما اقترب من الواحد كلما تعاظمت الفائدة العائدة على كل من المستهلك وشركة الكهرباء.

\مثال:





ملاحظة: معامل القدرة لأي محرك أو جهاز مكتوب على لوحة بياناته nameplate وتوجد اجهزة meters رقمية وتناظرية لقياس معامل القدرة تثبت على اللوحات الرئيسية لقياس معامل القدرة الكلي للمنظومة.

يقيس عادة معامل القدرة فعالية النظام الكهربائي المستخدم، فإذا كان معامل القدرة عالي فإن النظام الكهربائي يستخدم بفعالية كبيرة، بينما اذا كان منخفض فان معامل القدرة هذا يشير الى الاستخدام السيء للنظام الكهربائي. فعندما يكون معامل القدرة مساويا" الواحد فإن ذلك يعني أن كل القدرة المنتجة بواسطة المنظومة الكهربائية تستهلك لإنتاج العمل الفعال على الجانب الآخر. لذلك نسعى دائما لتحسين معامل القدرة واقترابه من الواحد.

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

أ- كل أنواع المحركات الحثية والتي تمثل معظم الأحمال الصناعية

ب- ثيراستور القوى والذي يستخدم للتحكم في محركات التيار المستمر والعمليات الكهروكيميائية.

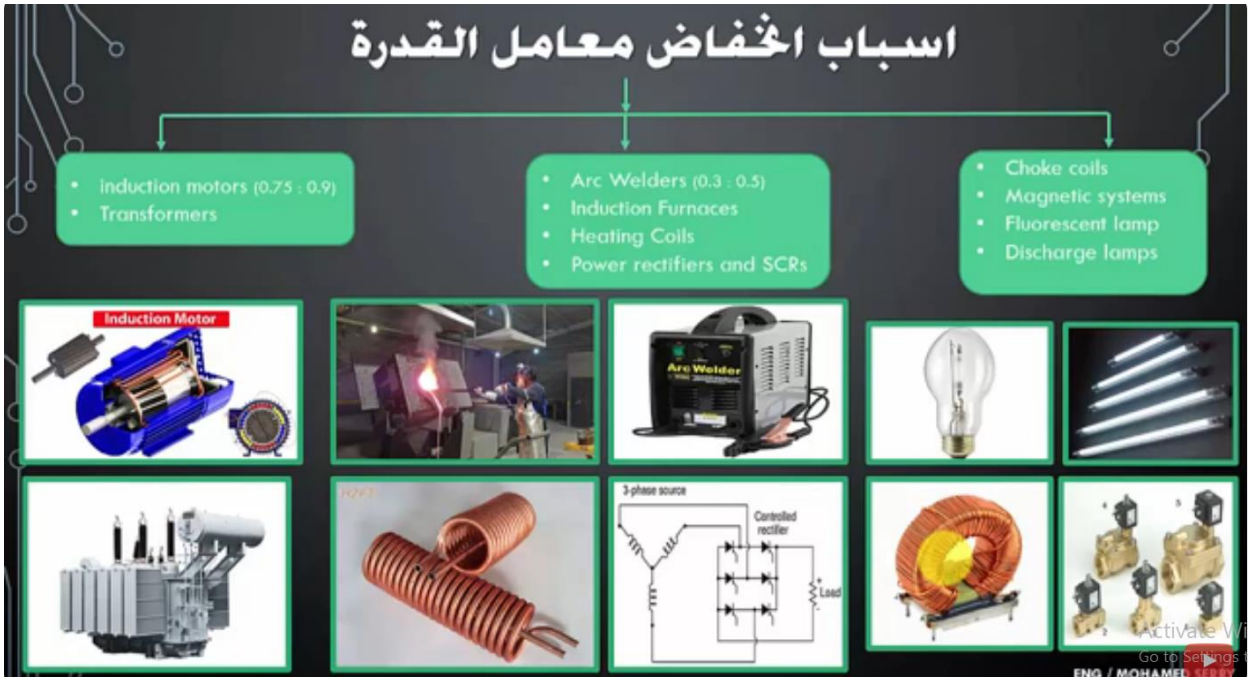
ج- محولات القوى ومنظمات الجهد.

د- آلات اللحام الكهربي.

ه- أفران القوس الكهربي والأفران الحثية.

و- الملفات الخانقة والأنظمة المغناطيسية.

ز- كشافات الفلورسنت والنيون.



والجدول التالي يوضح قيم معامل القدرة لبعض التجهيزات.

الصناعة	معامل القدرة
صناعة النسيج	0.65/0.75
صناعة الكيماويات	0.75/0.85
اللحام بالقوس الكهربي	0.35/0.4
أفران القوس الكهربي	0.7/0.9
أعمال الأسمنت	0.78/0.8
مصانع الملابس	0.35/0.6
الأعمال المعدنية	0.6/0.85
الثلاجات الكبيرة الحافظة	0.7/0.8
سباكة المعادن	0.5/0.7
صناعات البلاستيك	0.6/0.75
معدات الطباعة	0.55/0.7
المحاجر	0.5/0.7
الدرفلة (باستخدام ثيراستورالقوى)	0.3/0.75

٤-عيوب معامل القدرة المنخفض والمشاكل التي تنتج عنه:

١- الشبكات التى تعمل على معامل قدرة منخفض تتطلب معدات كهربية أكبر لتلبية إحتياجات الشبكة (كابلات ، محولات ، قواطع ، .....)

٢- زيادة الأحمال الحثية يؤدى إلى هبوط فى الجهد قد يؤدى الى تلف الأحمال الحساسة لهبوط الجهد

٢- يترتب على النقطة الأولى تكلفة أكبر بكثير من الشبكات التى تعمل بمعامل قدرة مرتفع

٣- تقليل كفاءة المعدات الكهربية وتقليل العمر الزمنى للمعدات

٤- زيادة المفاقيد فى الكابلات والقواطع

٥- التحميل الزائد على المولدات ومحولات القدرة وخطوط نقل الكهرباء

٦- غرامات مالية أكبر عند سداد فواتير الكهرباء نتيجة معامل القدرة المنخفض

٥- مزايا تحسين معامل القدرة Power Factor Correction:

توجد عدة مزايا لتحسين معامل القدرة، أهمها:

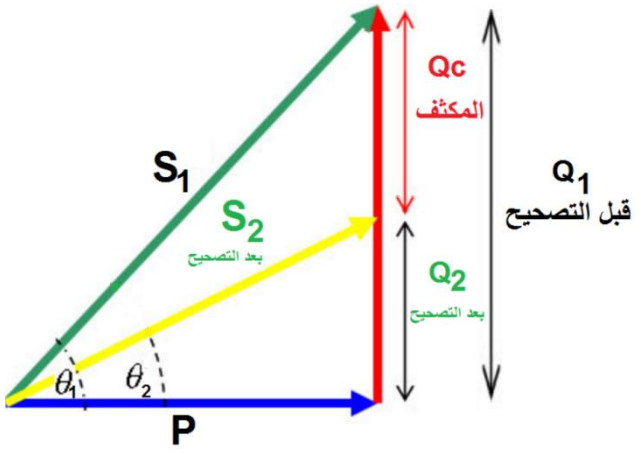
- زيادة كفاءة الشبكة الكهربائية والأجهزة الكهربائية المستخدمة؛
- تقليل هبوط الجهد؛
- تقليل مساحة مقطع الأسلاك، وبالتالي تقليل التكلفة؛

- زيادة القدرة المنقولة بنفس الأسلاك؛
- تقليل المفاقيد النحاسية والتي تساوي I^2R؛
- تقليل حجم المولدات والمحولات؛
- تقليل ال KVA المسحوب من الشبكة؛
- تقليل الحمل على الشبكة؛
- الاستخدام الأمثل للشبكة والمولدات؛
- الحفاظ على الطاقة المولدة وتقليل كلفة الأجهزة والمعدات.

فكلما اقترب معامل القدرة من الواحد كان أفضل لتشغيل الآلة أو الشبكة نفسها. حيث أنه كلما ارتفعت قيمة معامل القدرة انخفضت شدة التيار وبالتالي نتمكن من استخدام محولات ومعدات قطع (CB قواطع الدائرة) وكابلات أصغر حجما" وكذلك يتم تخفيض الفقد الكهربائي في الكابلات والأسلاك الهوائية وخفض قيمة الهبوط في الجهد بسبب خفض قيمة التيار الغير فعال المار في الموصلات وأخيرا زيادة القدرة الظاهرية المتاحة المأخوذة من المحول KVA.

٦- طرق تحسين معامل القدرة:

نصحح أو نحسن معامل القدرة عن طريق تقليل القدرة غير الفعالة Q وذلك عن طريق ضخ قدرة غير فعالة أخرى لكن باتجاه معاكس. وبما أن أغلب الأحمال هي أحمال حثية مثل المحركات ومصابيح الفلورسنت ذات الملف و ....الخ، لذا في الغالب يتم تصحيح معامل القدرة بواسطة المكثفات، عن طريق ربط مكثف (أو مكثفات) مع الأحمال على التوازي أو عن طريق المحركات المتزامنة.



يبين الشكل السابق مثلث القدرة قبل وبعد عملية التصحيح، حيث أن P سوف تبقى كما هي قبل وبعد التصحيح، لكن Q و S والزاوية ما بين S و P أي ɵ يتم تقليلها. وتجدر الإشارة أنه في الحالة المثالية يجب أن تكون Q=0 و P=S.

اذا" تستخدم مكثفات لتحسين معامل القدرة في القطاع الصناعي والتجاري والقطاعات الأخرى التي بها أحمال حثية، لتحسين هذا المعامل اذا كان أقل من 0.9، ويتم تركيب المكثفات في مستويات مختلفة مثل اللوحة الرئيسية أو عند نقاط توزيع الأحمال أو عند الأحمال مباشرة.

تحتاج أغلب الأحمال في المصانع لتحسين معامل القدرة إلى مجموعة مكثفات تعرف بالمراحل Automatic Self Regulating Capacitor Bank ، وهى عبارة عن مجموعة من المكثفات ومصهرات وكونتاكتورات وقاطع تيار وجهاز تحكم وتوصل المجموعة على التوازي مع أحمال المشترك وهذه المجموعة تقوم بضبط قيمتها أوتوماتيكيا حسب الاحتياج للقدرة غير الفعالة ويعتمد الضبط على قيمة الحمل غير الفعال بالدوائر المركب عليها المجموعة وكذلك بالتغير فيه والقيمة المطلوبة لمعامل القدرة.

٧- طرق حساب استطاعة المكثف وسعته:

يمكن حساب استطاعة المكثف وسعته باستخدام احدى الطرق التالي:

- الطريقة الحسابية؛
- باستخدام الجداول.

٧-١ الطريقة الحسابية لحساب استطاعة المكثف وسعته:

باستخدام قوانين القدرة الفعلية والردية والظاهرية التالية:

$$P = V * I * COS ɵ = S * COS ɵ$$

$$Q = V * I * SIN ɵ = S * SIN ɵ$$

$$COS ɵ = P/S$$

$$S = V * I$$

$$S = \sqrt{(P^2+Q^2}$$

$$Q = \sqrt{(S^2-P^2}$$

نستطيع حساب استطاعة المكثف اللازم وحساب سعته باتباع الخطوات التالية:

لأجل معامل القدرة القديم:

- نحسب زاوية فرق الطور ϴ1 من العلاقة التالية:

$$ϴ1= COS^{-1}\ ϴ1$$

- نحسب $SIN\ ϴ1$
- نحسب S1 من العلاقة: $S1 = P/\ COS\ ϴ1$

- نحسب Q1 من العلاقة التالية:

$$Q1 = S1*SIN\ ϴ1$$

لأجل معامل القدرة الجديد:

- نحسب زاوية فرق الطور ϴ2 من العلاقة التالية:

$$ϴ2 = COS^{-1}ϴ2$$

- نحسب $SIN\ ϴ2$
- نحسب S2 من العلاقة: $S2 = P/\ COS\ ϴ2$

- نحسب Q2 من العلاقة التالية:

$$Q2 = S2 * SIN\ ϴ2$$

أخيرا" نحسب استطاعة المكثف المطلوب للتصحيح من العلاقة التالية:

$$Qc = Q1- Q2$$

او بطريقة اخرى:

لأجل معامل القدرة القديم:

- نحسب زاوية فرق الطور ϴ1 من العلاقة التالية:

$$ϴ1 = COS^{-1}\ ϴ1$$

نحسب $tan\ ϴ1$

لأجل معامل القدرة الجديد:

- نحسب زاوية فرق الطور ϴ2 من العلاقة التالية:

$$ϴ2 = COS^{-1}\ ϴ2$$

- نحسب $tan\ ϴ2$

أخيرا" نحسب استطاعة المكثف المطلوب للتصحيح من العلاقة التالية:

$$Qc = P\ (tag\ \theta 1 - tag\ \theta 2)$$

ونحسب سعة المكثف المطلوب باستخدام العلاقة التالية:

$$C = \frac{Qc}{2\Pi f V^2}$$

٢-٧ طريقة حساب استطاعة المكثف وسعته باستخدام الجداول:

تعتبر هده الطريقة من الطرق الشائعة الاستعمال وتعطي قيمة استطاعة المكثف المطلوب لتحسين معامل القدرة. حيث أنه باستخدام الجدول نستطيع معرفة قيمة معامل الضرب (من معامل القدرة الموجود بالفعل الى معامل القدرة المراد الوصول اليه) اللازم لحساب استطاعة المكثف وذلك بتطبيق العلاقة التالية:

Qc = P * معامل الضرب

مثال لفهم طريقة العمل بالجدول:

لدينا حمل كهربائي قدرته الفعالة P=400 kw بمعامل قدرة 0.8 متأخر ويتغذى من الشبكة الكهربائية ذات الجهد 220 V, 50 Hz. حدد القدرة غير الفعالة للمكثف Qc لرفع معامل القدرة الى 0.9 متأخر باستخدام الجدول.

الحل:

معامل القدرة المراد تحسينه = 0.8

معامل القدرة المراد الوصول اليه = 0.9

من الجدول فان معامل الضرب هو = 0.266

يعني ان:

معامل الضرب * P = Qc

Qc = 400 * 0.266

Qc = 106.4 kvar

معامل القدرة المراد تحسينه	معامل الضرب لتحسين معامل القدرة الى : www.electrobrahim.com								
	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.90	0.85	0.80
0.60	1.333	1.190	1.130	1.082	1.041	1.004	0.849	0.713	0.583
0.61	1.299	1.156	1.096	1.048	1.007	0.970	0.815	0.679	0.549
0.62	1.265	1.122	1.062	1.014	0.973	0.936	0.781	0.645	0.515
0.63	1.233	1.090	1.030	0.982	0.941	0.904	0.749	0.613	0.483
0.64	1.201	1.058	0.998	0.950	0.909	0.872	0.717	0.581	0.451
0.65	1.169	1.026	0.966	0.918	0.877	0.840	0.685	0.549	0.419
0.66	1.138	0.990	0.935	0.887	0.846	0.809	0.654	0.518	0.388
0.67	1.108	0.965	0.905	0.857	0.816	0.779	0.624	0.488	0.358
0.68	0.078	0.935	0.875	0.827	0.786	0.749	0.594	0.458	0.328
0.69	1.049	0.906	0.846	0.798	0.757	0.720	0.565	0.429	0.299
0.70	1.020	0.877	0.817	0.769	0.728	0.691	0.536	0.499	0.270
0.71	0.992	0.849	0.789	0.741	0.700	0.663	0.508	0.372	0.242
0.72	0.964	0.821	0.761	0.713	0.672	0.635	0.470	0.344	0.214
0.73	0.936	0.793	0.733	0.685	0.644	0.606	0.452	0.316	0.186
0.74	0.909	0.766	0.706	0.658	0.617	0.580	0.425	0.289	0.159
0.75	0.882	0.739	0.679	0.631	0.590	0.553	0.398	0.262	0.132
0.76	0.855	0.712	0.652	0.604	0.563	0.526	0.371	0.235	0.105
0.77	0.829	0.686	0.626	0.578	0.537	0.500	0.345	0.209	0.079
0.78	0.802	0.659	0.559	0.551	0.510	0.473	0.381	0.182	0.052
0.79	0.776	0.633	0.573	0.525	0.484	0.447	0.292	0.156	0.026
0.80	0.750	0.607	0.547	0.499	0.458	0.421	0.266	0.130	---
0.81	0.724	0.581	0.521	0.473	0.432	0.395	0.240	0.104	---
0.82	0.698	0.555	0.495	0.447	0.406	0.369	0.214	0.078	---
0.83	0.672	0.529	0.469	0.421	0.380	0.343	0.188	0.052	---
0.84	0.646	0.503	0.443	0.395	0.354	0.317	0.162	0.026	---
0.85	0.620	0.477	0.417	0.369	0.328	0.291	0.136	---	---
0.86	0.592	0.450	0.390	0.342	0.301	0.264	0.109	---	---
0.87	0.567	0.424	0.364	0.316	0.275	0.238	0.083	---	---
0.88	0.540	0.397	0.337	0.289	0.248	0.211	0.056	---	---
0.89	0.512	0.369	0.309	0.261	0.220	0.183	0.028	---	---
0.90	0.484	0.341	0.281	0.233	0.192	0.155	---	---	---
0.91	0.456	0.313	0.253	0.205	0.164	0.127	---	---	---
0.92	0.426	0.283	0.223	0.175	0.134	0.097	---	---	---
0.93	0.395	0.252	0.192	0.144	0.103	0.066	---	---	---
0.94	0.363	0.220	0.160	0.112	0.071	0.034	---	---	---
0.95	0.329	0.186	0.126	0.078	0.037	---	---	---	---
0.96	0.292	0.149	0.089	---	---	---	---	---	---
0.97	0.251	0.108	0.048	---	---	---	---	---	---
0.98	0.203	0.060	---	---	---	---	---	---	---
0.99	0.143	---	---	---	---	---	---	---	---

الجدول (٢) يبين معامل الضرب لتحسين معامل القدرة من قيمة لأخرى.

مزايا استخدام المكثفات في تصحيح معامل القدرة:

- تكلفة منخفضة بالنسبة للقيمة المضافة للشبكة الكهربائية؛
- سهولة تركيبها ودمجها في الشبكات الكهربائية؛
- لا تأخذ مكان أو حيز كبير داخل المحطات؛
- المفاقيد الكهربائية لها منخفضة جدا"؛
- يمكن التحكم فيها بسهولة حسب الحاجة باستخدام APFC.

مساوئ استخدام المكثفات في تصحيح معامل القدرة:

- العمر الزمني للمكثفات قصير (من ٥-١٠ سنوات) بعد ذلك تحتاج الى تغير؛
- سهولة تلف المكثفات في أوقات ارتفاع الجهد عن الجهد المقنن لها؛
- أحياناً تسبب في ظهور توافقيات داخل الشبكة الكهربائية.

٨- فوائد استخدام مكثفات القدرة على الشبكات الكهربائية:

- تقلل من قدرة التوليد لتغطية القدرات الردية؛
- تقلل من قيمة التيار؛
- تزيد مستوى الفولطية في نقاط الأحمال؛
- تصبح عملية التحكم بالفولطية أكثر سهولة؛
- تقلل من الأحمال على الأجهزة والآلات؛
- تقلل الفقد في الشبكة.

ملاحظة هامة: من الممكن ان يتم تحسين معامل القدرة لالة معينة وذلك بوضع مكثف او مجموعة مكثفات بقيمة ثابتة تتصل مع اطراف مصدر الكهرباء المتصل بهذه الالة مباشرة. أما إذا أردنا تحسين معامل القدرة لمصنع او منشأة ما، فقيمة معامل القدرة لا تكون ثابتة ولكنها تتغير كلما تم تشغيل او ايقاف أي حمل داخل المصنع وفى هذه الحالة لا يمكن حساب قيمة مكثفات ثابته. ولكن يوضع لوحة بها عدد من المكثفات تقسم على عدد مجموعات معين وبواسطة جهاز منظم معامل القدرة عندما تنخفض قيمة معامل القدرة

تدخل مجموعة (مرحلة) او اكثر من المكثفات حتى يرتفع معامل القدرة الى النسبة المطلوبة وهكذا أوتوماتيكيا.

كما تجدر الاشارة الى بعض الملاحظات عند استخدام المكثفات، أهمها:

* يتبع تعشيق المكثفات تيارات عالية جدا لفترة قصيرة جدا. لكن من الممكن ان تؤدى الى اتلاف نقاط تلامس الكونتاكتور الخاص بتوصيل وفصل هذا المكثف. ولذلك توجد كونتاكتورات خاصة لهذه العملية تحتوى على مجموعة مقاومات تحد من التيار المار بها ويتم فصل هذه المقاومات بعد انتهاء فترة تيارات التعشيق العالية .

* ينشا عن طول فترة وجود المكثف بالدارة. او درجات الحرارة العالية انخفاض عزل المكثف من الداخل مما يؤدى الى ارتفاع ضغطه وانفجاره . وتوجد بعض مكثفات بها نظام امان لعدم الانفجار عبارة عن صمام يتمدد كلما زاد الضغط داخل المكثف ليلغي عمل هذا المكثف من الدارة.

مثال: محرك كهربائي باستطاعة 15.4 w وبمعامل قدرة 0.58 ويتغذى بجهد مقداره 220 V, 50 Hz من الشبكة الكهربائية. والمطلوب حساب حجم المكثف المطلوب لتحسين معامل القدرة الى 0.92 .

الحل:

فـي البداية يجب أن نحسب الزاوية قبل تصحيح معامل القدرة و نسميها $\theta 1$, ثم نحسب القدرة الظاهرية قبل تصحيح معامل القدرة و نسميها S1, ثم نحسب القدرة الغير فعالة قبل التصحيح و نسميها Q1

قبل تصحيح معامل القدرة

$P.F_1 = 0.58$ $V = 230v$ $F = 50Hz$ $P = 15.4\ W$

$\cos\theta_1 = P.F_1 \Rightarrow \cos^{-1} P.F_1 = \theta_1 \Rightarrow \cos^{-1} 0.58 = 54.54°$

$\theta_1 = 54.54°$

$$S_1 = \frac{P}{P.F_1} = \frac{15.4}{0.58} = 26.55\ VA \Rightarrow S_1 = 26.55\ VA$$

$Q_1 = S_1 \sin\theta_1 \Rightarrow Q_1 = 26.55 \times \sin 54.54 \Rightarrow Q_1 = 21.62\ VAR$

ثم نعيد الحسابات و هذه المرة θ2 و S2 و Q2 لبعد التصحيح

بعد تصحيح معامل القدرة

$P.F_2 = 0.92$ $V = 230v$ $F = 50Hz$ $P = 15.4\ W$

$\cos\theta_2 = P.F_2 \Rightarrow \cos^{-1} P.F_2 = \theta_2 \Rightarrow \cos^{-1} 0.92 = 23.07°$

$\theta_2 = 23.07°$

$$S_2 = \frac{P}{P.F_2} = \frac{15.4}{0.92} = 16.73\ VA \Rightarrow S_2 = 16.73\ VA$$

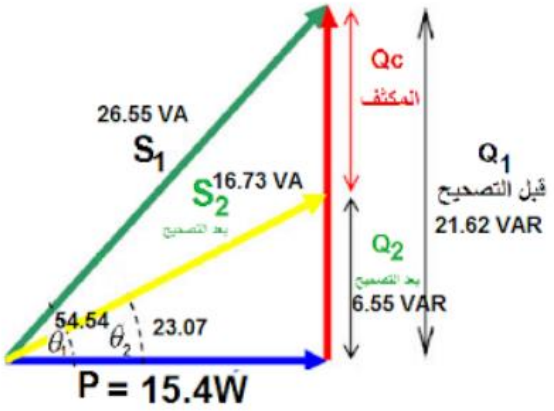
$Q_2 = S_2 \sin\theta_2 \Rightarrow Q_2 = 16.73 \times \sin 23.07° \Rightarrow Q_2 = 6.55\ VAR$

و في النهاية يمكن حساب قيمة المكثف كالتالي:

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = 21.62 - 6.55$$

$$\boxed{Q_c = 15.07\ VAR}$$



$$C = \frac{Q_c}{V^2 * 2\pi F} = \frac{15.07}{230^2 * 2\pi * 50}$$

$$C = 9.067 * 10^{-7}$$

$$\boxed{C = 0.906\ uF}$$

إذن علينا ربط مكثف بقيمة ٩٠٦ نانو فاراد أي ٠.٩٠٦ مايكرو فاراد بالتوازي مع المحرك (مكثف من نوع ٤٠٠ فولت) . وبما أن لا يوجد مكثف بقيمة ٩٠٦ نانو فاراد بالضبط لذا نطر لاستخدام مكثف بقيمة أعلى قليلا أو أقل بقليل.

فيما يلي بعض أنواع المكثفات التي تستخدم لتحسين معامل الاستطاعة في الحياة العملية.

Aerovox
Power Factor Correction Capacitor
EPFC015G33H
3 X 99.5 uf -5% / + 10%
Un
400 Vac
380 Vac
Qn/50 Hz
15 KVAR
13.5 KVAR
3-Phase IEC 60831 -1 - 1&2
Over Pressure Disconnector
DISCHARGE CAPACITOR BEFORE HANDLING
MADE IN INDIA

weg
0,83 kVAr
380V60HZ
UCW 0,83 V40 11509005
Cn : 15,2 µF ± 5% SH
Un 60Hz 50Hz
380 V ~ 0,83 kVAr 0,69 kVAr
265 V ~ 0,4 kVAr 0,34 kVAr
220 V ~ 0,28 kVAr 0,23 kVAr
weg
10,0 kVAr
380V60HZ