

خازن ها چگونه می توانند ضریب قدرت را بهبود ببخشند و چگونه آن ها را محاسبه کنیم؟ چگونه می توان ضریب قدرت را بهبود بخشید؟ اینکار بسیار ساده است.

### دلایل نصب بانک خازنی

با نصب خازن یا بانک خازن می توان ضریب قدرت را بهبود بخشید. بهبود ضریب قدرت یک دستگاه الکتریکی به معنای تولید نسبت خاصی از انرژی راکتیو است که خودش از آن استفاده می کند. سیستم های متعددی برای تولید انرژی راکتیو وجود دارد که از جمله آن می توان به متعادل کننده آسنکرون خاص و خازن شنت (یا خازن های سریالی برای سیستم های انتقال بزرگ) اشاره کرد.

خازن ها معمولا به خاطر دلایل زیر مورد استفاده قرار می گیرند:

- عدم مصرف آن از انرژی فعال
- هزینه خرید پایین
- کاربرد آسان
- عمر آن (تقریبا ۱۰ سال)
- تعمیر و نگهداری پایین آن (دستگاه استاتیک)

### نمودار قدرت:

ضریب قدرت، نسبت توان کار به توان ظاهری است. این ضریب می تواند نحوه استفاده موثر از انرژی الکتریکی را مورد اندازه گیری قرار دهد.

وجود ضریب قدرت پایین بدین معناست که شما به طور کامل از تمام انرژی الکتریکی که بابتش هزینه کرده اید استفاده نمی کنید.

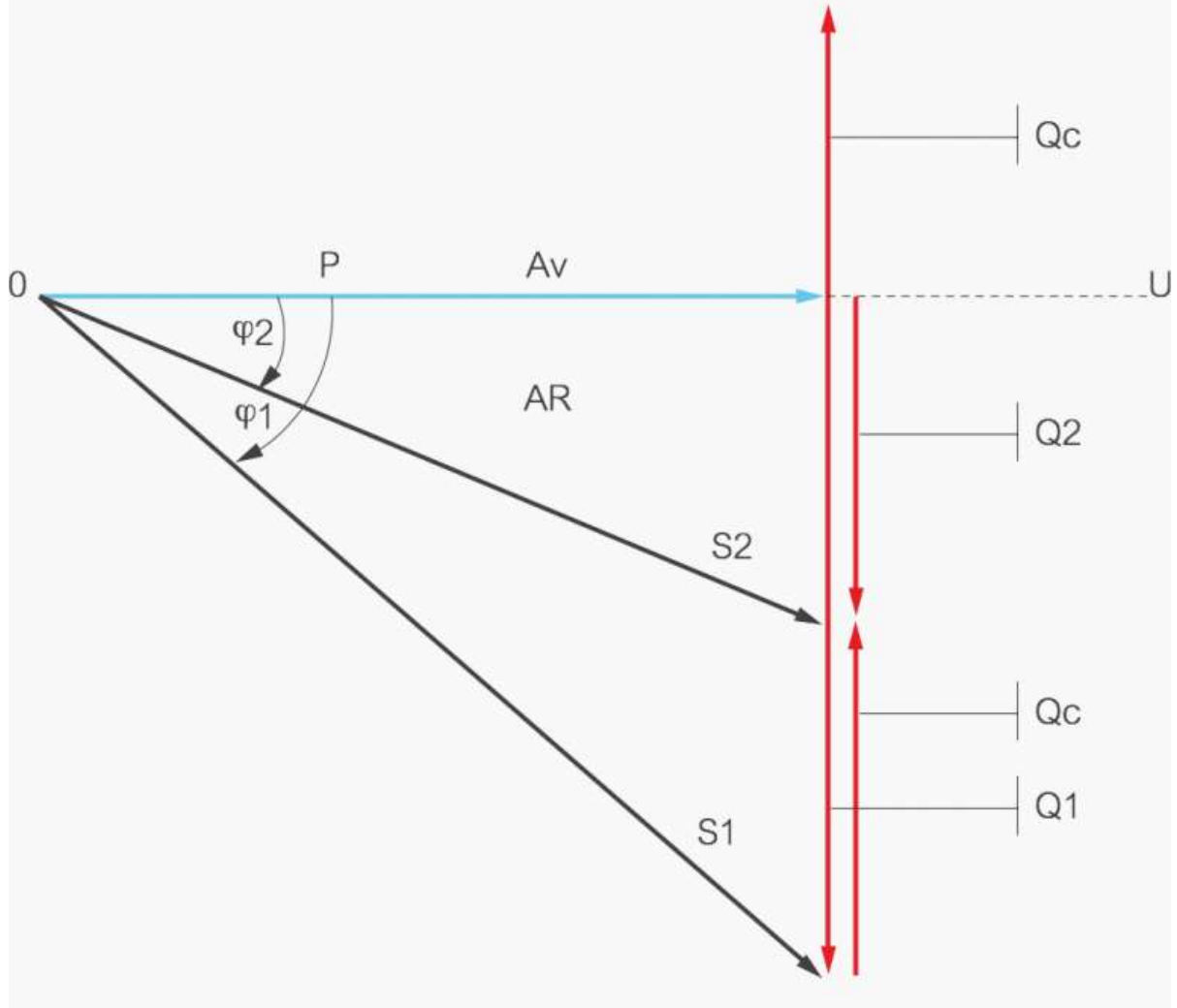
ضریب قدرت بالا نیز به این معنی است که کاربرد موثری از قدرت الکتریکی صورت گرفته است.

این در حالیست که ضریب قدرت پایین نشان دهنده کاربرد ضعیف از قدرت و انرژی الکتریکی است. برای مشخص کردن ضریب قدرت (pf)، توان کاری را به توان ظاهری تقسیم کنید. در یک سیستم خطی یا سینوسی؛ نتیجه به دست آمده به عنوان  $\theta$  cosine نظر گرفته می شود.

$$PF = kW / kVA = \cosine \theta$$

به عنوان مثال اگر شما یک دستگاه حفاری داشته باشید که با توان کاری ۱۰۰ Kw کار می کند و توان ظاهری آن ۱۲۵ kVA است، باید عدد ۱۰۰ را بر روی ۱۲۵ تقسیم کنید. نتیجه به دست آمده ضریب قدرت خواهد بود. در این مثال ۰,۸۵ ضریب قدرت دستگاه حفاری است.

$$(kW) 100 / (kVA) 125 = (PF) 0.80$$



power -diagram

### نمودار قدرت

که در آن:

- نشان دهنده قدرت و توان کاری است.
- $S1$  و  $S2$  توان ظاهری است
- $Qc$  قدرت و انرژی راکتیو خازن

**$Q1$  نشان دهنده قدرت راکتیو بدون خازن و  $Q2$  قدرت راکتیو در حضور خازن است.**

**خازن چیست؟**

**خازن** یا انباره عبارتست از دو صفحه موازی فبری که در میان آن لایه‌ای از هوا یا عایق قرار دارد. از خازن‌ها در مدارات به‌عنوان فیلتر هم استفاده می‌شود. زیرا خازن‌ها به راحتی سیگنالهای متناوب را عبور می‌دهند ولی مانع عبور سیگنالهای مستقیم می‌شوند.

خازن‌ها انرژی الکتریکی را نگهداری می‌کنند و به همراه مقاومت‌ها، در مدارات تایمینگ استفاده می‌شوند.

همچنین از خازن‌ها برای صاف کردن سطح تغییرات ولتاژ مستقیم استفاده می‌شود.

“ خازن را با حرف C که ابتدای کلمه Capacitor است نمایش می‌دهند.

## ظرفیت خازن

در محاسبه بانک خازنی ظرفیت معیاری برای اندازه‌گیری توانایی نگهداری انرژی الکتریکی است. ظرفیت زیاد بدین معنی است که خازن قادر به نگهداری انرژی الکتریکی بیشتری است. باید گفت که ظرفیت خازن‌ها یک کمیت فیزیکی است و به ساختمان خازن وابسته است و به مدار و اختلاف پتانسیل بستگی ندارد.

### واحد اندازه‌گیری

واحد اندازه‌گیری ظرفیت فاراد است. ۱ فاراد واحد بزرگی است و مشخص‌کننده ظرفیت بالا می‌باشد. بنابراین استفاده از واحدهای کوچک‌تر نیز در خازن‌ها مرسوم است.

**میکروفاراد (μF) ، نانوفاراد (nF) و پیکوفاراد (pF) واحدهای کوچک‌تر فاراد هستند.**

نسبت مقدار باری که روی صفحات خازنی انباشته می‌شود بر اختلاف پتانسیل دو سر باتری را ظرفیت خازن (C) گویند؛ که مقداری ثابت است.

### در این رابطه:

$C =$  ظرفیت خازن بر حسب فاراد

$Q =$  بار ذخیره شده بر حسب کولن

$V =$  اختلاف پتانسیل دو سر مولد بر حسب ولت

$\epsilon =$  قابلیت گذر دهی خلا است

$k =$  (بدون یکان) ثابت دی‌الکتریک است که برای هر ماده‌ای فرق دارد. تقریباً برای هوا و خلا  $k=1$  است و برای

محیطهای دیگر مانند شیشه و روغن ۱

$A =$  سطح خازن بر حسب

$d =$  فاصله بین دو صفحه خازن بر حسب متر (m)

### چند نکته

آزمایش نشان می‌دهد که ظرفیت یک خازن به اندازه بار (q) و به اختلاف پتانسیل دو سر خازن (V) بستگی ندارد بلکه به نسبت  $q/v$  بستگی دارد.

بار الکتریکی ذخیره شده در خازن با اختلاف پتانسیل دو سر خازن نسبت مستقیم دارد.

ظرفیت خازن با مساحت هر یک از صفحات و جنس دی‌الکتریک (K) نسبت مستقیم دارد.

به عبارت ساده انرژی ذخیره شده در یک خازن یک فارادی ۱۲۰ ولتی می‌تواند یک مصرف کننده ۶،۷۲۲ وات بر ساعت را به مدت یک ساعت روشن کند.

و یا انرژی ذخیره شده در یک خازن یک فارادی ۱۲ ولتی می‌تواند یک مصرف کننده ۰،۰۰۲ وات بر ساعت را به مدت یک ساعت روشن کند (مثلا یک LED لامپ ۲۰ میلی وات).



درایو فرکانس متغیر (VFD) می‌تواند ضریب توان و جریمه های

قبض برق را حذف کند

درایو فرکانس متغیر (VFD) می‌تواند ضریب توان و جریمه های قبض برق را حذف کند

## معادلات:

$$Q2 = Q1 - Qc$$

$$Qc = Q1 - Q2$$

$$Qc = P \times tg \varphi_1 - P \times tg \varphi_2$$

$$Qc = P \times (tg \varphi_1 - tg \varphi_2)$$

که در آن  $\varphi_1$  تغییر فاز بدون خازن و  $\varphi_2$  تغییر فاز با خازن است.

خازن گیرنده ای است که از دو بخش رسانا (الکتروود) تشکیل شده است که معمولا توسط یک عایق از هم جدا می شوند.

زمانی که این گیرنده در معرض یک ولتاژ سینوسی قرار می گیرد جریان و سپس قدرت آن منجر به ایجاد ولتاژ ۹۰ درجه می شود.

در مقابل؛ برای سایر گیرنده ها (موتورها؛ ترانسفورماتور و غیره) ، جریان و بنابراین قدرت آن (القای راکتیو) ولتاژ را تا ۹۰ درجه کند می کند.

ترکیب برداری این جریان ها و قدرت راکتیو (القایی و خازنی) باعث می شود جریان یا قدرت به مقادیری برسند که قبل از نصب خازن داشته اند.

به عبارت ساده تر، گیرنده های القایی (مثل موتور، ترانسفورماتور و غیره) انرژی راکتیو را مصرف می کنند.

[www.barghnews.com](http://www.barghnews.com)

این در حالیست که خازن (گیرنده های خازنی) انرژی را حیو را نوید می نماید.

---

---

چگونه می توان قدرت خازن را محاسبه کرد؟



بر اساس صورت حساب و قبض برق، برای محاسبه بانک خازن نصب شده باید از روش های زیر استفاده شود.

- ماهی را انتخاب کنید که در آن صورت حساب بالاست
- تعداد ساعاتی که دستگاه نصب شده در ماه کار می کند را محاسبه کنید.
- قدرت خازن  $Q_c$  که باید نصب شود را محاسبه نمایید.

$$Q_c = kVarh \text{ که باید ساخته شود / تعداد ساعت های اجرا و کارکرد دستگاه}$$

نمونه:

- بالاترین صورت حساب: ۷۰۰۰۰
- زمان اجرای ماهانه: بار زیاد + زمان پیک = ۳۵۰ ساعت

$$Q_c \text{ خازنی که باید نصب شود} = (۳۵۰ / ۷۰,۰۰۰) = ۲۰۰ \text{ kVar}$$

بر اساس اندازه گیری های انجام شده بر روی ترانسفورماتور ثانویه: HV/LV

مثال:

مشترکی که انرژی خود را از استقرار ۸۰۰ KVA HV/LV به دست می آورد تلاش می کند ضریب قدرت خود را به مقادیر زیر تغییر دهد:

$$\begin{aligned} \text{Cos } \varphi &= 0.928 \text{ (tg } \varphi = 0.4) \text{ اولیه} \\ \text{Cos } \varphi &= 0.955 \text{ (tg } \varphi = 0.31) \text{ i.e. ثانویه یا موارد زیر} \\ \text{Voltage: } &400 \text{ V 3-phase 50 HZ} \\ \text{PkW} &= 475 \\ \text{Cos (secondary)} &= 0.75 \text{ (i.e. tg } \varphi = 0.88) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_c \text{ (بانک خازنی که باید نصب شود)} &= \text{PkW} \times (\text{tg } \varphi \text{ اندازه گیری شده} - \text{tg } \varphi \text{ به دست آمده}) \\ Q_c &= 475 \times (0.88 - 0.31) = 270 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

محاسبات انجام شده برای نصب و استقرار در آینده:

نمونه:

$$Q = 250 \text{ kvar} \text{ ترانسفورماتور } 1000 \text{ kva, خازن}$$

توجه داشته باشید که چنین نسبت هایی به شرایط اجرایی زیر وابسته خواهند بود:

$$\begin{aligned} &1000 \text{ kVA ترانسفورماتور} \\ &\text{بار واقعی ترانسفورماتور} = 75\% \\ &\text{Cos } \varphi \text{ بار} = 0.80 \text{ } \{ k = 0.421 \\ &\text{Cos } \varphi \text{ به دست آمده} = 0.95 \text{ } - \text{جدول زیر را مشاهده کنید} \end{aligned}$$

$$Q_c = 1000 \times 75\% \times 0.80 \times 0.421 = 250 \text{ kVAR}$$

جدول محاسبات قدرت خازن محاسبه بانک خازنی)

جدول تبدیل:

بر اساس قدرت گیرنده که در واحد Kw بیان می شود، این جدول را می توان برای محاسبه قدرت خازن برای تغییر از یک ضریب قدرت ابتدایی و آغازین به ضریب قدرت مدنظر مورد استفاده قرار داد. این جدول همچنین تعادلی بین  $\cos \varphi$  و tg  $\varphi$  ارائه می کند.



Final power factor		Capacitor power in kVAr to be installed per kW of load to increase the power factor to:										
cosφ	tg φ	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1
0.40	2.29	1.805	1.832	1.861	1.895	1.924	1.959	1.998	2.037	2.085	2.146	2.288
0.41	2.22	1.742	1.769	1.798	1.831	1.840	1.896	1.935	1.973	2.021	2.082	2.225
0.42	2.16	1.681	1.709	1.738	1.771	1.800	1.836	1.874	1.913	1.961	2.002	2.164
0.43	2.10	1.624	1.651	1.680	1.713	1.742	1.778	1.816	1.855	1.903	1.964	2.107
0.44	2.04	1.558	1.585	1.614	1.647	1.677	1.712	1.751	1.790	1.837	1.899	2.041
0.45	1.98	1.501	1.532	1.561	1.592	1.626	1.659	1.695	1.737	1.784	1.846	1.988
0.46	1.93	1.446	1.473	1.502	1.533	1.567	1.600	1.636	1.677	1.725	1.786	1.929
0.47	1.88	1.397	1.425	1.454	1.485	1.519	1.532	1.588	1.629	1.677	1.758	1.881
0.48	1.83	1.343	1.370	1.400	1.430	1.464	1.467	1.534	1.575	1.623	1.684	1.826
0.49	1.78	1.297	1.326	1.355	1.386	1.420	1.453	1.489	1.530	1.578	1.639	1.782
0.50	1.73	1.248	1.276	1.303	1.337	1.369	1.403	1.441	1.481	1.529	1.590	1.732
0.51	1.69	1.202	1.230	1.257	1.291	1.323	1.357	1.395	1.435	1.483	1.544	1.686
0.52	1.64	1.160	1.188	1.215	1.249	1.281	1.315	1.353	1.393	1.441	1.502	1.644
0.53	1.60	1.116	1.144	1.171	1.205	1.237	1.271	1.309	1.349	1.397	1.458	1.600
0.54	1.56	1.075	1.103	1.130	1.164	1.196	1.230	1.268	1.308	1.356	1.417	1.559
0.55	1.52	1.035	1.063	1.090	1.124	1.156	1.190	1.228	1.268	1.316	1.377	1.519
0.56	1.48	0.996	1.024	1.051	1.085	1.117	1.151	1.189	1.229	1.277	1.338	1.480
0.57	1.44	0.958	0.986	1.013	1.047	1.079	1.113	1.151	1.191	1.239	1.300	1.442
0.58	1.40	0.921	0.949	0.976	1.010	1.042	1.073	1.114	1.154	1.202	1.263	1.405
0.59	1.37	0.884	0.912	0.939	0.973	1.005	1.039	1.077	1.117	1.165	1.226	1.368
0.60	1.33	0.849	0.878	0.905	0.939	0.971	1.005	1.043	1.083	1.131	1.192	1.334
0.61	1.30	0.815	0.843	0.870	0.904	0.936	0.970	1.008	1.048	1.096	1.157	1.299
0.62	1.27	0.781	0.809	0.836	0.870	0.902	0.936	0.974	1.014	1.062	1.123	1.265
0.63	1.23	0.749	0.777	0.804	0.838	0.870	0.904	0.942	0.982	1.030	1.091	1.233
0.64	1.20	0.716	0.744	0.771	0.805	0.837	0.871	0.909	0.949	0.997	1.058	1.200
0.65	1.17	0.685	0.713	0.740	0.774	0.806	0.840	0.878	0.918	0.966	1.007	1.169
0.66	1.14	0.654	0.682	0.709	0.743	0.775	0.809	0.847	0.887	0.935	0.996	1.138
0.67	1.11	0.624	0.652	0.679	0.713	0.745	0.779	0.817	0.857	0.905	0.966	1.108
0.68	1.08	0.595	0.623	0.650	0.684	0.716	0.750	0.788	0.828	0.876	0.937	1.079
0.69	1.05	0.565	0.593	0.620	0.654	0.686	0.720	0.758	0.798	0.840	0.907	1.049
0.70	1.02	0.536	0.564	0.591	0.625	0.657	0.691	0.729	0.796	0.811	0.878	1.020
0.71	0.99	0.508	0.536	0.563	0.597	0.629	0.663	0.701	0.741	0.783	0.850	0.992
0.72	0.96	0.479	0.507	0.534	0.568	0.600	0.634	0.672	0.721	0.754	0.821	0.963
0.73	0.94	0.452	0.480	0.507	0.541	0.573	0.607	0.645	0.685	0.727	0.794	0.936
0.74	0.91	0.425	0.453	0.480	0.514	0.546	0.580	0.618	0.658	0.700	0.767	0.909
0.75	0.88	0.398	0.426	0.453	0.487	0.519	0.553	0.591	0.631	0.673	0.740	0.882
0.76	0.86	0.371	0.399	0.426	0.460	0.492	0.526	0.564	0.604	0.652	0.713	0.855
0.77	0.83	0.345	0.373	0.400	0.434	0.466	0.500	0.538	0.578	0.620	0.687	0.829
0.78	0.80	0.319	0.347	0.374	0.408	0.440	0.474	0.512	0.552	0.594	0.661	0.803
0.79	0.78	0.292	0.320	0.347	0.381	0.413	0.447	0.485	0.525	0.567	0.634	0.776
0.80	0.75	0.266	0.294	0.321	0.355	0.387	0.421	0.459	0.499	0.541	0.608	0.750
0.81	0.72	0.240	0.268	0.295	0.329	0.361	0.395	0.433	0.473	0.515	0.582	0.724
0.82	0.70	0.214	0.242	0.269	0.303	0.335	0.369	0.407	0.447	0.489	0.556	0.698
0.83	0.67	0.188	0.216	0.243	0.277	0.309	0.343	0.381	0.421	0.463	0.530	0.672
0.84	0.65	0.162	0.190	0.217	0.251	0.283	0.317	0.355	0.395	0.437	0.504	0.645
0.85	0.62	0.136	0.164	0.191	0.225	0.257	0.291	0.329	0.369	0.417	0.478	0.602
0.86	0.59	0.109	0.140	0.167	0.198	0.230	0.264	0.301	0.343	0.390	0.450	0.593
0.87	0.57	0.083	0.114	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.317	0.364	0.424	0.567
0.88	0.54	0.054	0.085	0.112	0.143	0.175	0.209	0.246	0.288	0.335	0.395	0.538
0.89	0.51	0.028	0.059	0.086	0.117	0.149	0.183	0.230	0.262	0.309	0.369	0.512
0.90	0.48		0.031	0.058	0.089	0.121	0.155	0.192	0.234	0.281	0.341	0.484

جدول محاسبات قدرت خازن (محاسبه بانک خازنی)

جدول ضریب قدرت:

نمونه:

$$\cos\phi = 0,75 - \text{موتور } 200 \text{ kW}$$

$$\cos\phi - \text{به دست آمده} = 0,93 - Q_c = 200 \times 0.487 = 98 \text{ kVAr}$$

[www.barghnews.com](http://www.barghnews.com)