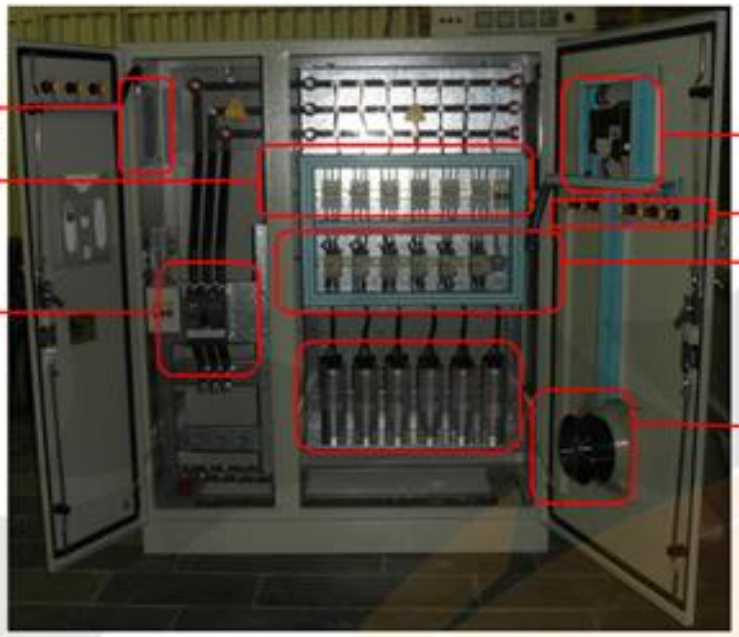
طراحی و اجرای بانک خازن(اصلاح ضریب قدرت)

پارس نیرو صنعت توس

اجزای تشکیل دهنده بانک های خازن



چرا باید بانک خازن نصب کنیم !؟؟؟

ضریب توان نزدیک به یک

کاهش توان راکتیو

کاهش 10 تا 30 درصدی هزینه برق

کاهش تلفات مسیر

افزایش ظرفیت کابل ها و کلید های داخلی

اسفاده از کل آمپراژ خریداری شده

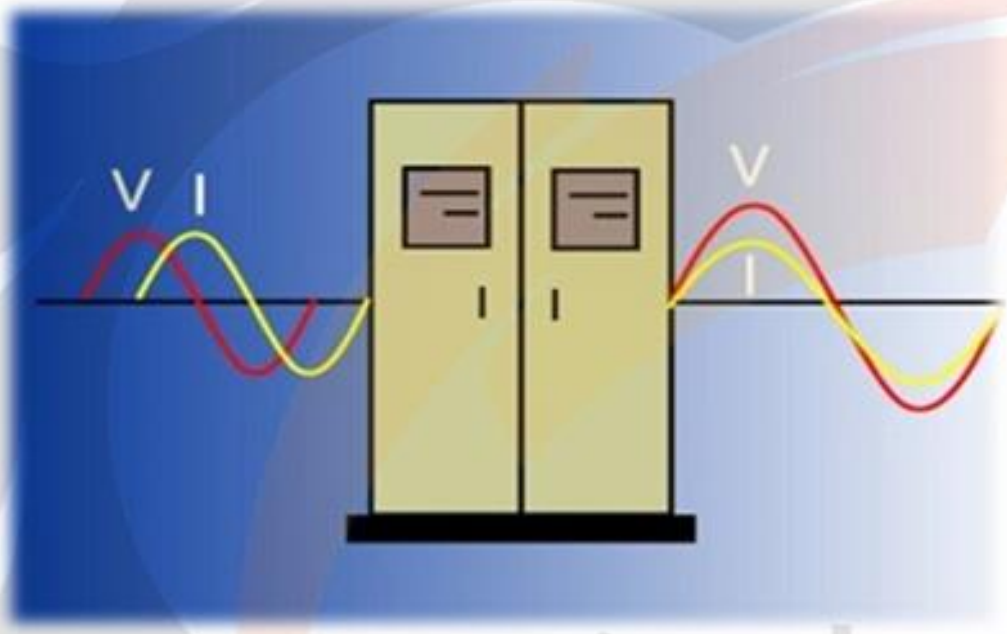
کاهش افت ولتاژ

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

مراحل

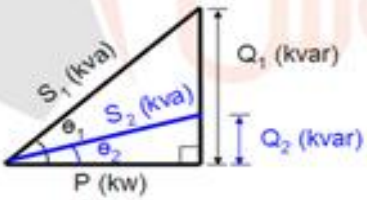
1: درک اصطلاحات و رفتار بانک خازن
2: انواع روش های بدست آوردن ضریب توان و خازن مور نیاز
3: انواع روش های خازن گذاری
4: طراحی و سیم بندی و مونتاژ بانک خازن
5: تنظیمات رگولاتور و کالیبره کردن آن
6: یک پروژه عملی بانک خازن
7: محاسبه مقدار کاهش هزینه برق
8: بررسی چند تابلو بانک خازن



1- درک اصطلاحات و رفتار بانک خازن

الف : اجزای فیزیکی بانک خازن

ب : پارامترهای بانک خازن



$$PF_2 = \cos\theta_2$$
$$Q_C = Q_1 - Q_2$$
$$\omega = 2\pi f$$
$$C = \frac{Q_C}{\omega V_{rms}^2}$$

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

الف : اجزای فیزیکی بانک خازن

1:خازن
2:کنتاکتور خازنی یا کنتاکتور معمولی همراه با واحد خازنی
یا تایریستور (مکانیزم قطع و وصل)
3: کلید اصلی (معمولا کلید اتوماتیک)
4: فیوز کتابی و کلید مینیاتوری
5: پوش باتون و شستی ها
6: چراغ سیگنال
7: رگولاتور
8: فن خنک کننده و ترموستات
9: راکتور خازنی
10: سی تی
11 : چراغ تابلویی (درصورت نیاز)
12: تجهیزات اندازه گیری
13: شمش مسی و وایرینگ
14: باکس تابلو برق ویرق الات آن

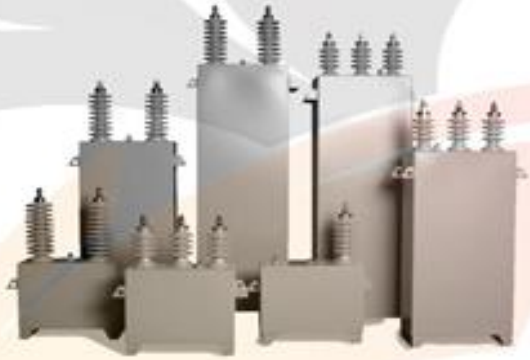
پارس نیرو صنعت توس
www.parsnst.ir

1: خازن

انواع خازن جبران سازی توان راکتیو از لحاظ ولتاژ

فشار ضعیف 400 ولت

فشار متوسط 20000 ولت



خازن های فشار ضعیف

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

خواندن اطلاعات نوشته شده روی خازن

مقاومت تخلیه

2: مکانیزم قطع و وصل خازن

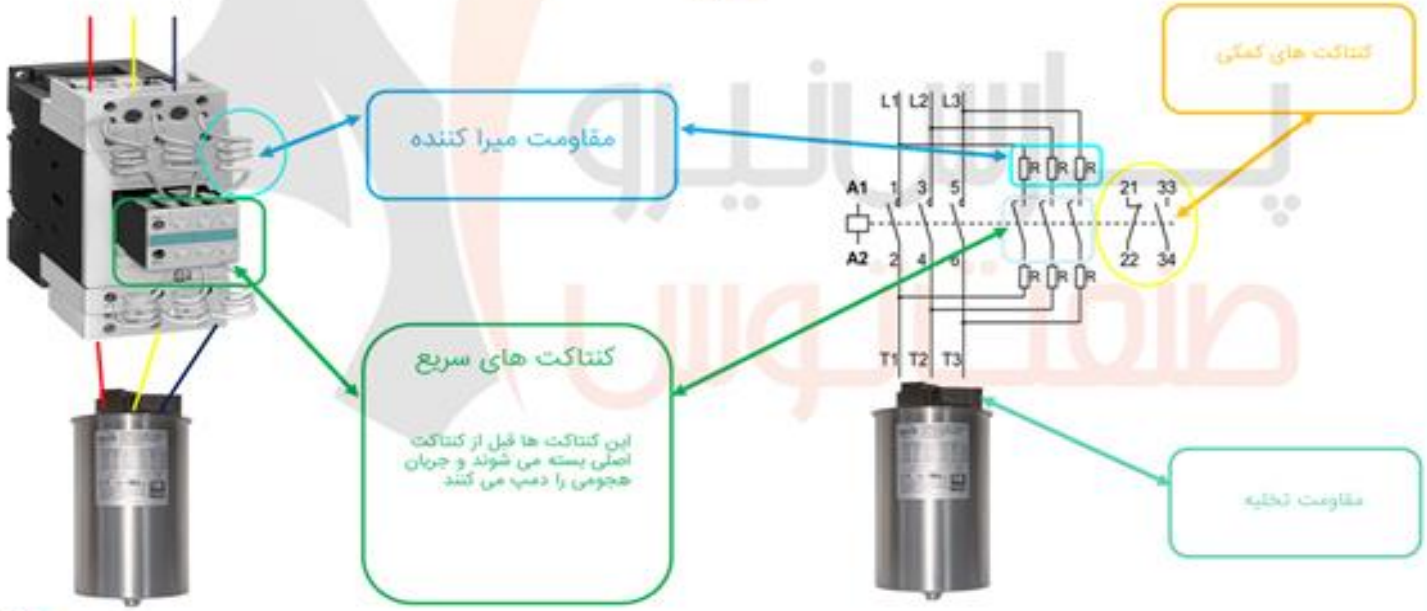
1: کنتاکتور خازنی

2: کنتاکتور معمولی و واحد خازنی

3: تایرستور (thyristor)

کنتاکتور خازنی AC6-b

AC6-b

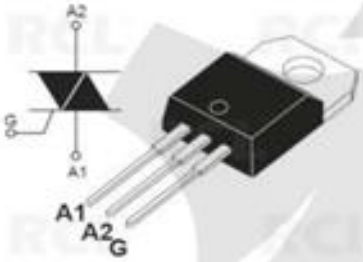


پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

کنتاکتور معمولی و واحد خازنی

تایرستور (thyristor)



رگولاتور

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

3:کلید اصلی ورودی اصلی تابلو

کلید اتوماتیک و کلید هوایی یا MCCB , ACB (حفاظت تابلو)

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

کلید فیوز

hrc

4: فیوز کتابی و کلید مینیاتوری(حفاظت خازن)

5: پوش باتون و شستی ها

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

6: چراغ سیگنال

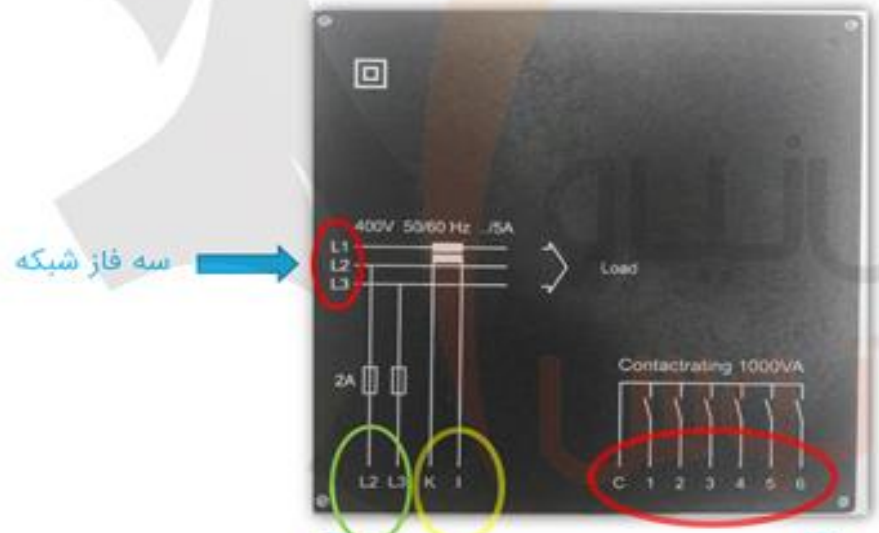
7: رگولاتور خازنی

رگولاتور پارس مت

رگولاتور پارس لیفاسا

رگولاتور پارس مت
(قدیمی)

عملکرد رگولاتور و وایرینگ آن



سه فاز شبکه

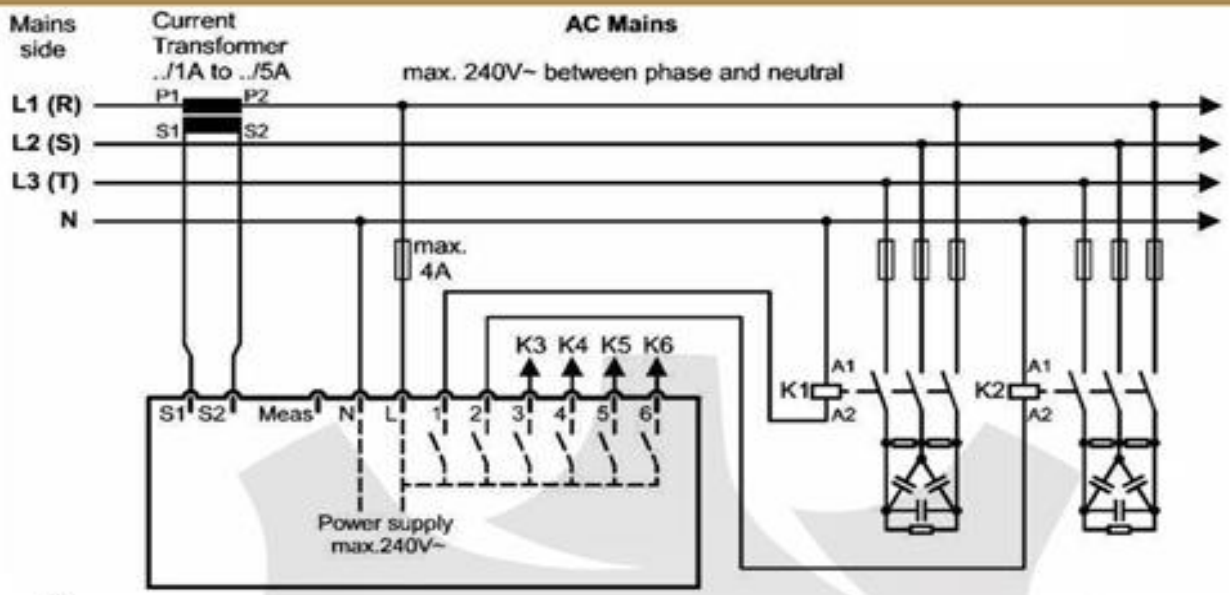
نمونه گیری ولتاژ

نمونه گیری جریان (ct)

کنترل خازن(فرمان به کنتاکتور)

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir



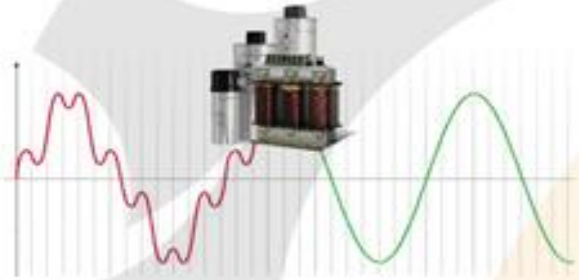
8: فن خنک کننده و ترموستات

ترموستات دو منظوره

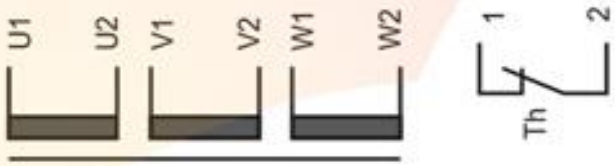
پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

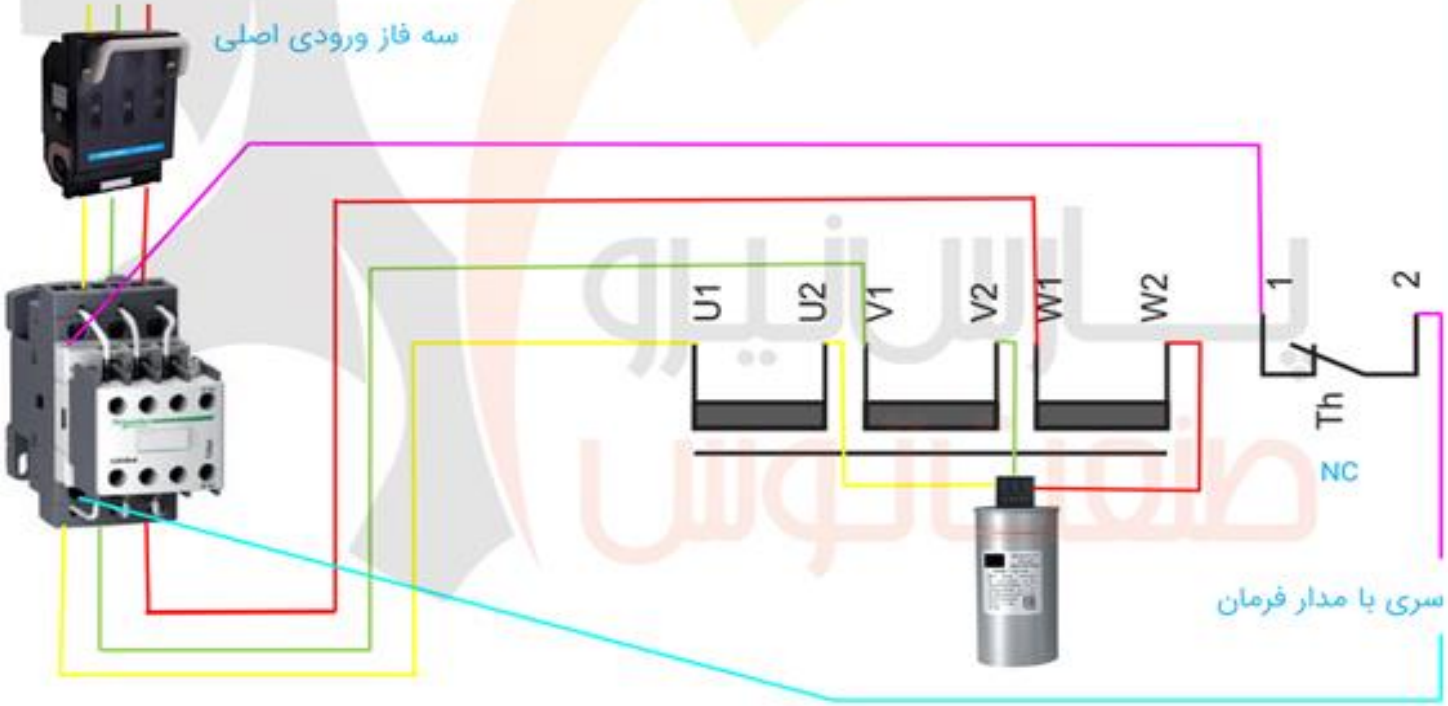
9: راکتور خازنی



Coil input: U1, V1, W1
Coil output: U2, V2, W2



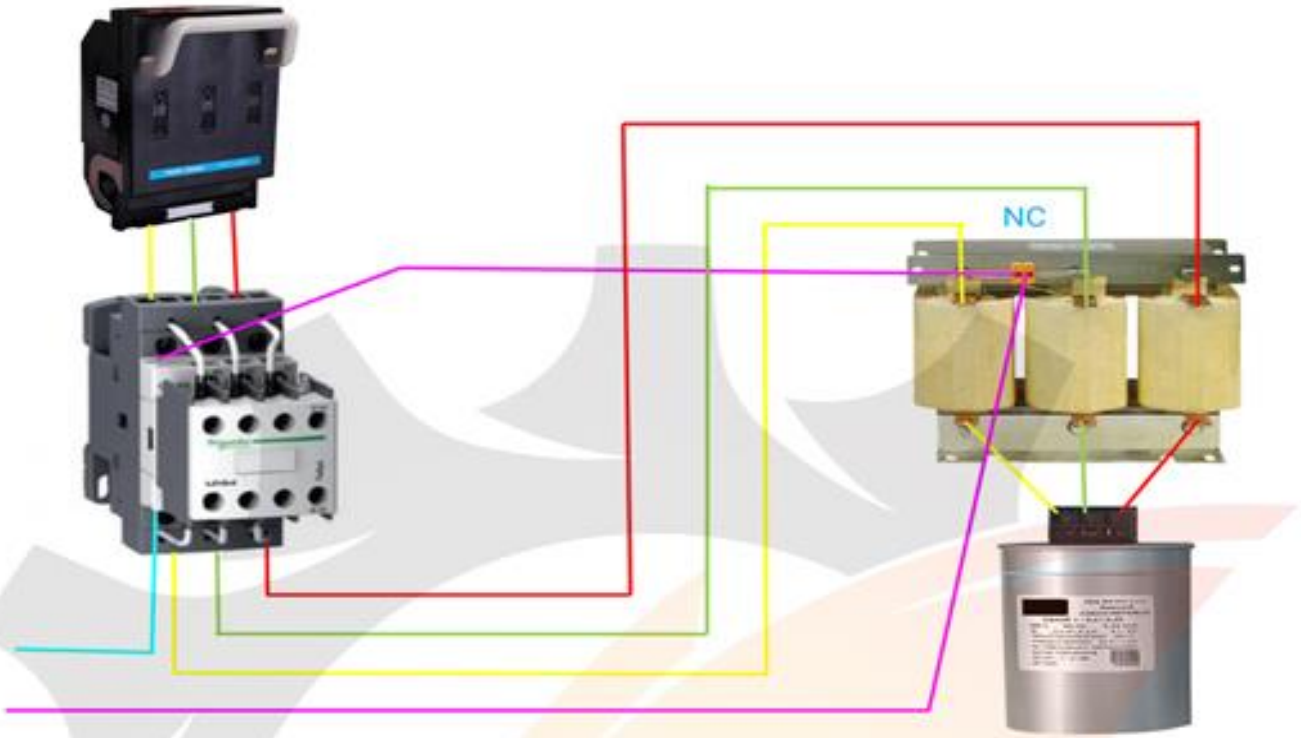
سه فاز ورودی اصلی

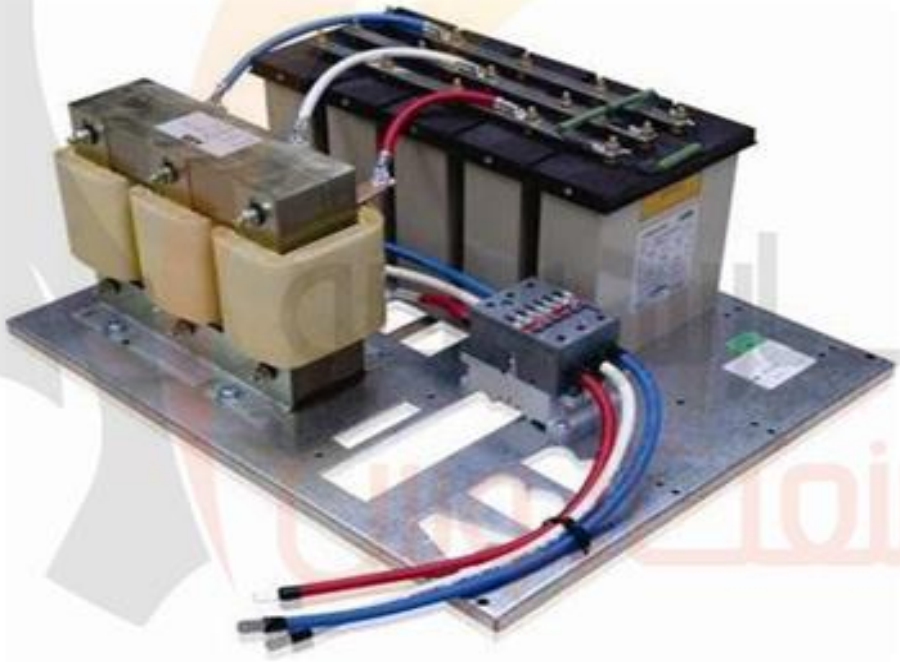


سری با مدار فرمان

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir





پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

10: سی تی

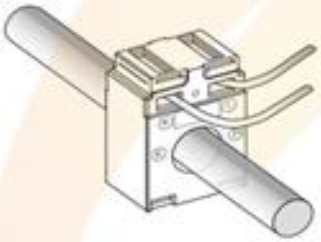
نسبت تبدیل 100/5
فرکانس تا 60 هرتز
ولتاژ ثانویه 3 کیلو ولت
توان مصرفی 2.5 VA

انتخاب دقیق CT دربانک خازن

مثال : اگر توان اسمی مصرف کننده ای 140 کیلو وات ، ولتاژ شبکه 380 ولت و ضریب توان 0.8 باشد ، ترانس جریان جهت بانک خازنی را محاسبه کنید؟

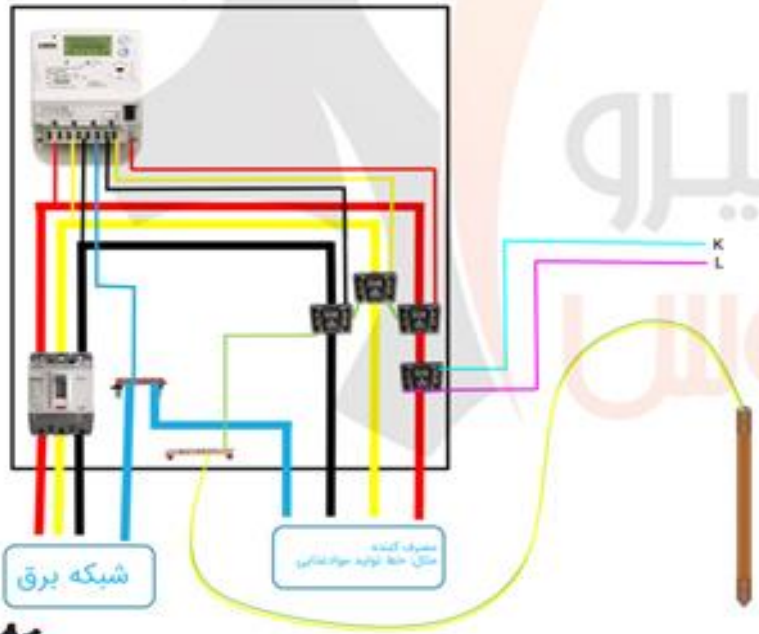
$$I_L = \frac{140.000}{\sqrt{3} \# 380 \# 0/8} = 265.8(A)$$

CT مورد نیاز 300/5 می باشد



محل نصب CT در تابلو توزیع یا کنتوری

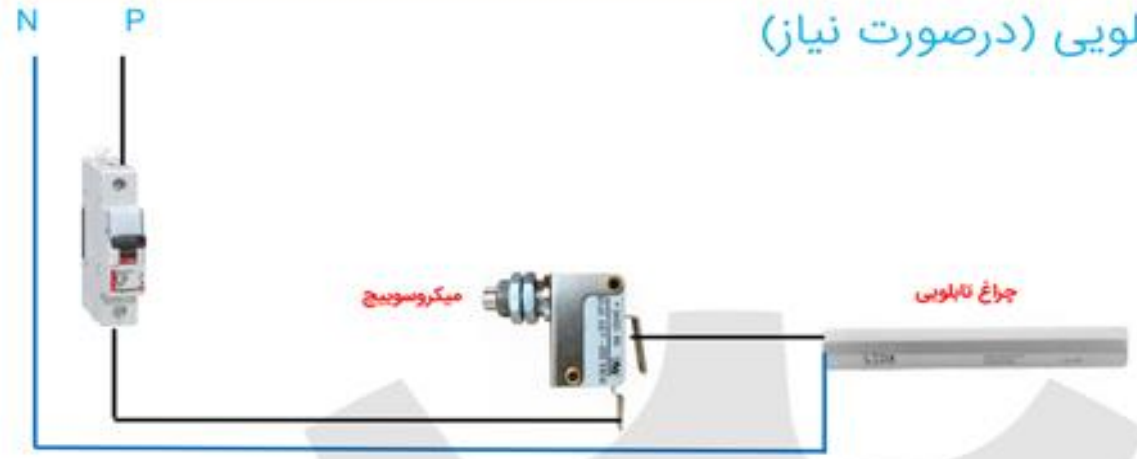
L,K به ترمینال L,K در رگولاتور بسته می شود



پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

11 : چراغ تابلویی (درصورت نیاز)



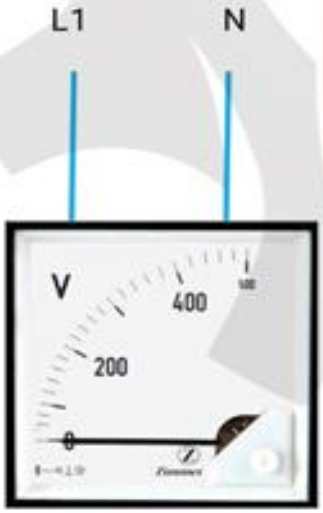
12: تجهیزات اندازه گیری

ولت متر

آمپر متر

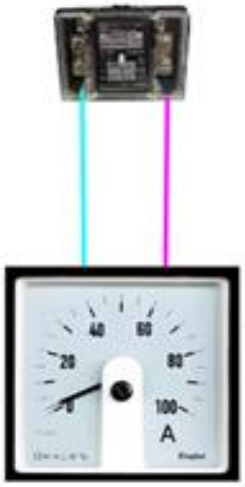
ولت آمپر متر

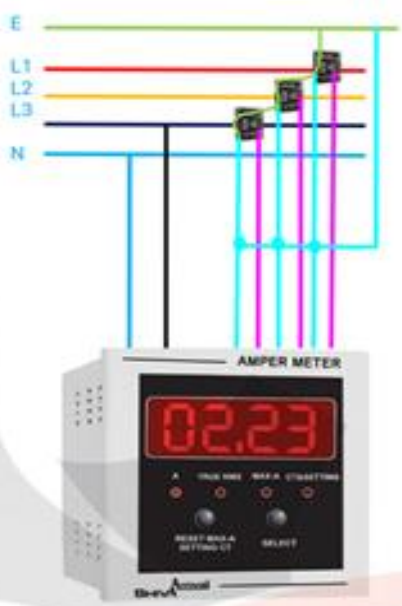
ولت متر



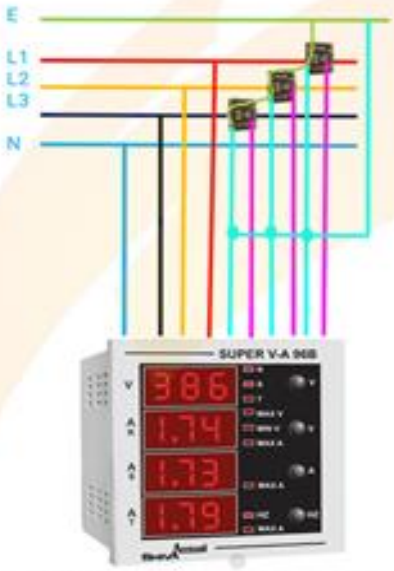
پارس نیرو صنعت توس

آمپر متر





ولت آمپر سه فاز



13: شمش مسی و وایرینگ

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

دو جدول مهم در محاسبه قطر سیم و سطح مقطع شمش مسی

مس	آلومینیوم			
m / mm²	m / mm²			
1.5	2.5	10	50	100
2.5	4	27	15	7
4	6	36	25	12
6	10	46	40	20
10	16	58	58	30
16	25	77	77	50
25	50	100	100	80
35	70	130	130	125
50	95	155	155	155
70	120	185	185	185
95	150	230	230	230
120	185	275	275	275
150	240	315	315	315
185	300	355	355	355
240	400	400	400	400
300	500	465	465	465
400	600	550	550	550
500	750	745	745	745

عایق		وضعیت عایق							
		بسته		باز		بسته		باز	
سطح مقطع	وزن تقریبی	مقدار جریان بر حسب A				مقدار جریان بر حسب A			
		تعداد هادی های با روکش حرارتی				تعداد هادی های بدون روکش حرارتی			
mm²	kg/km	۱	۱۱	۱	۱۱	۱	۱۱	۱	۱۱
۱۵/۳	۴۲/۵	۱۸۵	۲۲۰	۲۲۴	۲۴۵	۱۲۰	۲۰۰	۲۲۴	۲۴۵
۲۰/۴	۴۹/۵	۲۵۰	۲۹۰	۲۲۰	۲۶۲	۱۸۵	۲۱۵	۲۲۴	۲۱۵
۲۰/۳	۶۲/۵	۲۲۵	۲۲۵	۲۲۴	۵۲۱	۲۲۰	۲۶۰	۲۲۰	۵۰۱
۲۰/۵	۷۶/۱	۲۲۵	۵۶۰	۲۲۵	۵۲۹	۲۱۵	۵۰۰	۲۶۲	۵۲۰
۲۵/۳	۹۲/۵	۳۰۰	۵۲۰	۲۶۲	۶۸۲	۲۲۰	۲۶۰	۲۶۲	۶۰۲
۲۵/۵	۱۲۴	۳۶۵	۴۲۰	۵۲۱	۶۸۲	۲۶۰	۳۰۰	۲۶۲	۶۲۲
۳۰/۳	۱۵/۵	۳۶۵	۴۲۰	۲۲۴	۸۰۵	۲۱۵	۵۲۰	۲۱۵	۶۲۲
۳۰/۵	۱۴/۵	۴۵۰	۵۲۰	۵۶۲	۱۰۲۹	۳۰۰	۳۰۰	۵۲۸	۶۲۲
۴۰/۳	۱۱۵	۴۶۰	۲۶۰	۶۰۲	۱۰۲۲	۲۲۰	۳۱۰	۵۶۲	۱۰۲۲
۴۰/۵	۱۱۵	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۶۲	۱۲۲۰	۵۲۰	۶۰۰	۶۸۲	۱۱۸۸
۴۰/۱۰	۲۲۵	۸۵۰	۱۵۰۰	۱۱۲۲	۱۸۵۰	۶۵۰	۱۲۵۰	۱۰۰۲	۱۷۵۲
۵۰/۵	۲۲۵	۲۲۰	۱۲۱۰	۲۵۰	۱۲۵۰	۶۲۰	۱۱۰۰	۵۲۱	۱۲۵۲
۵۰/۱۰	۲۲۵	۱۰۲۰	۱۵۰۰	۱۲۵۲	۲۲۲۵	۸۲۰	۱۲۵۰	۱۲۱۲	۲۱۰۲
۶۰/۵	۲۲۵	۸۵۰۰	۱۲۲۰	۱۱۲۲	۱۸۸۲	۶۸۰	۱۲۵۰	۱۰۰۲	۱۶۵۰
۶۰/۱۰	۲۲۵	۱۲۰۰	۲۱۰۰	۱۸۲۲	۲۲۲۰	۱۱۰۰	۱۸۰۰	۱۶۵۲	۲۸۰۸
۸۰/۵	۲۲۵	۱۰۷۰	۱۶۰۰	۱۲۱۲	۲۵۰۸	۹۲۰	۱۴۰۰	۱۲۵۰	۲۲۲۲
۸۰/۱۰	۲۲۵	۱۵۲۰	۲۵۰۰	۲۰۵۲	۳۲۰۰	۱۲۵۰	۲۰۲۰	۱۸۱۲	۳۰۲۵
۱۰۰/۵	۲۲۵	۱۲۵۰	۲۲۰۰	۱۶۲۲	۲۰۲۵	۱۲۰۰	۲۰۵۰	۱۸۶۲	۲۲۰۲
۱۰۰/۱۰	۲۲۵	۱۸۵۰	۲۱۰۰	۲۲۵۵	۲۰۲۲	۱۲۰۰	۲۵۰۰	۲۲۲۲	۲۲۲۲
۱۲۰/۱۰	۲۲۵	۲۲۰۰	۲۵۰۰	۲۶۰۲	۲۲۲۱	۲۰۰۰	۲۲۰۰	۲۲۲۰	۲۰۲۲

محاسبه قطر سیم مورد نیاز جهت خازن

نکته : قطر سیم برای خازن 4 برابر حالت معمول در نظر میگیریم

مثال :

2.5mm (36A
5KVAR (7.2A # 4 (2.5mm

ارتفاع خازن	قطر خازن	سایز فیوز	سایز کابل	ظرفیت نامی	50 HZ	50HZ
mm	mm	A	(mm)2	Micri F	A	KVAR
173	70	12-16	2.5	3*16.5	3.6	2.5
173	70	12-16	2.5	3*33	7.2	5
173	90	16-20	4	3*50	10.8	7.5
173	90	25-32	6	3*66	14.4	10
286	70	32-35	6	3*83	18	12.5
286	70	35-40	10	3*100	21.7	15
286	90	50	10	3*133	28.9	20
286	90	63	16	3*166	36	25

محاسبه سطح مقطع شمش مسی

مثال:

قطر سیم و سطح مقطع شمش مسی مورد نیاز جهت بانک خازنی به پله های (5.10.10.10.20.20) کیلو وار را محاسبه کنید؟

KVAR جریان جریان‌حرارتی قطر سیم نهایی

5 (7.2A # 4 = 28.8A (2.5mm
10 (14.4A # 4 = 57.6A (6mm
20 (28.9A # 4 = 115.6A (16mm

محاسبه آمپر جهت شمش مسی

28.8 # 1 = 28.8A
57.6 # 3 = 172.8A
115.6 # 2 = 231.2A

آمپر نهایی

28.8 + 172.8 + 231.2 = 432.8A

30 # 5mm = 149 mm^2

سطح مقطع نهایی شمش مسی با توجه به جدول

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

سطح مقطع مورد نیاز

محاسبه کنتاکتور ، فیوز و کلید اصلی

جهت محاسبه کنتاکتور خازنی یک پله کیلووار بالاتر از کیلووار خازن درنظر میگیریم

مثال : خازن 10 کیلو وار ، کنتاکتور 12.5 کیلووار در نظر میگیریم

جهت محاسبه جریان فیوز 1.5 برابر جریان نامی خازن در نظر میگیریم

با توجه به مثال قبل:

KVAR	آمپر بعد از محاسبه	رنج فیوز
5 (	7.2A # 1.5 = 10.8A	12 - 16
10 (	14.4A # 1.5 = 21.6A	25 - 32
20 (	28.9A # 1.5 = 43.35A	50

جهت محاسبه جریان کلیداصلی (کلیداتوماتیک) برابر جمع جریان های محاسبه شده فیوز در نظر میگیریم

آمپر کلید اتوماتیک	
16 # 1 = 16	کلیداصلی 250 آمپر
32 # 3 = 96	جریان تنظیمی 212 آمپر
50 # 2 = 100	
16 + 96 + 100 = 212A	

14: باکس تابلو برق

محل قرار گیری تجهیزات بانک خازن

باکس تابلو دیواری

باکس تابلو سلول

باکس تابلو سفارشی

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

ابعاد استاندارد تابلو برق دیواری

25*30
30*40
40*50
40*60
50*60
50*70
60*80
70*90
80*100
100*125

ابعاد تابلو سلول

پارس نیرو صنعت توس

ابعاد باکس تابلو سفارشی

تابلو سفارشی می تواند درهر طرح و ابعادی تولید شود

محاسبه فضای مورد نیاز در تابلو

محاسبه عرض تابلو

عرض تمام تجهیزات را باهم جمع میکنیم

محاسبه ارتفاع تابلو

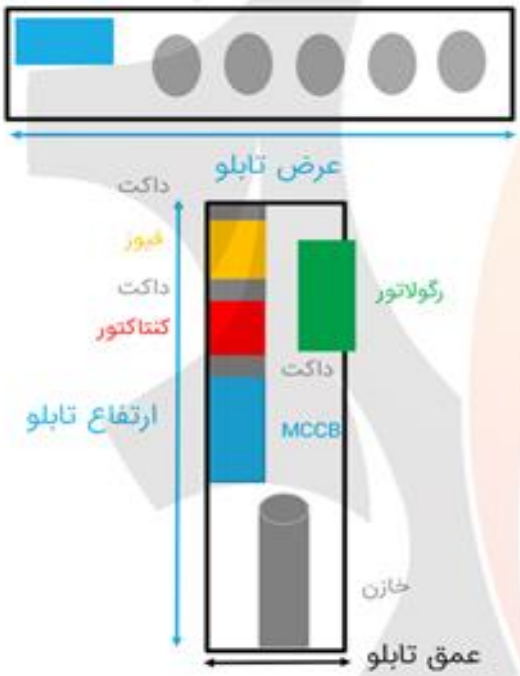
ارتفاع تمام تجهیزات را با هم جمع میکنیم

محاسبه عمق تابلو

عمق بزرگترین تجهیز و تجهیزات روی درب با هم جمع میکنیم

نکته: فاصله خازن ها از یکدیگر حداقل 3 سانتیمتر می باشد

مثال:



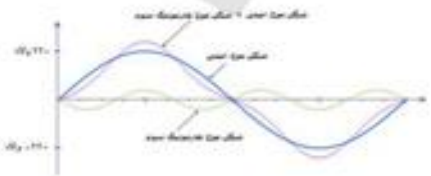
محاسبه عرض تابلو — 3+12+3+10+3+10+3+10+3+10+3=70cm

محاسبه ارتفاع تابلو — 6+12+6+10+6+15+10+20=85cm

محاسبه عمق تابلو — 8+5+10=23cm

سایز تابلو استاندارد — 70*90*25

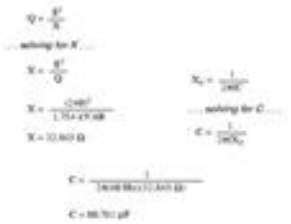
پارس نیرو صنعت توس

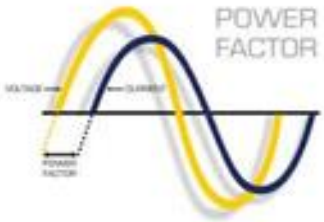


ب : پارامتر های بانک خازن

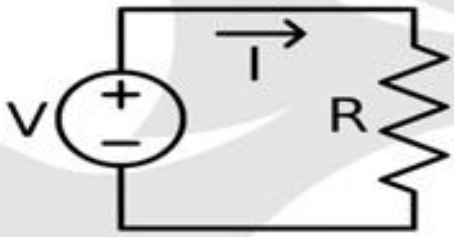
www.parsnst.ir

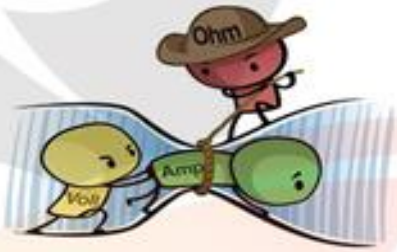
1: ولتاژ ، جریان و مقاومت
2: توان ظاهری
3: توان اکتیو یا مفید
4: توان راکتیو یا غیرمفید
5: ضریب توان یا کسینوس فی
6: هارمونیک ها





1: ولتاژ ، جریان و مقاومت





مفهوم توانها

توان ظاهری

توان مفید

توان غیر مفید

2: توان ظاهری

مجموع کل توانها

$Ps = \sqrt{3} . V_{L} . I_{L} (V.A)$

$Ps = \sqrt{3} \# 380 \# 203.7 = 134.07 (KV.A)$

Pe=55+30+15=100kw

55KW/380Δ/112.1 A

$COS\varphi = .81$

30KW/380Δ/59.7A

$COS\varphi = .83$

15KW/380Δ/31.96 A/

$COS\varphi = .85$

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

3: توان اکتیو یا مفید

اون بخشی از توان که تبدیل به نور، گرما و حرکت مکانیکی میشه

$$P_{\circ}=\sqrt{3}.V_{L}.I_{L}.\cos\{(W)$$

4: توان راکتیو یا غیرمفید

اون بخشی از توان که صرف ایجاد میدان مغناطیسی میشه.

$$Q=\sqrt{3}.V_{L}.I_{L}.SIN\{(KVAR)$$

مشکلاتی که توان راکتیو ایجاد میکنه

قبل از جبران سازی

- افزایش جریان
- افزایش تلفات
- افزایش هزینه تجهیزات
- افزایش افت ولتاژ

بعد از جبران سازی

- کاهش جریان
- کاهش تلفات
- کاهش هزینه تجهیزات
- کاهش افت ولتاژ

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

به عبارتی دیگر مفهوم خازن گذاری ...

5: ضریب توان یا کسینوس فی

COSφ

محاسبه ضریب توان یا کسینوس فی

COSφ

1:با توجه به کسینوس فی متر تابلویی

2: با توجه به قبض برق

3: با توجه به نرم افزار (اندروید و ویندوز)

4: با توجه به پاور متر و پاور آنالیزر

5:با توجه به قرایت کنتور برق

6: محاسبه ضریب توان با توجه به اطلاعات فنی دستگاه ها

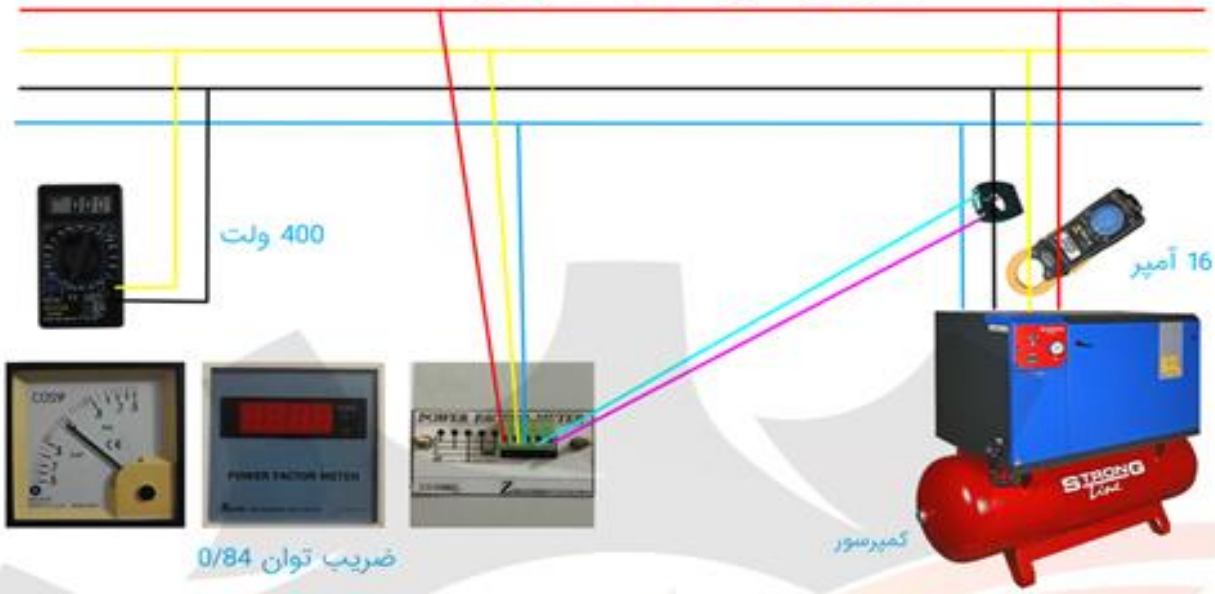
7: بصورت تجربی

8: با توجه به رگولاتور

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

1:با توجه به کسینوس فی متر تابلویی



مثال

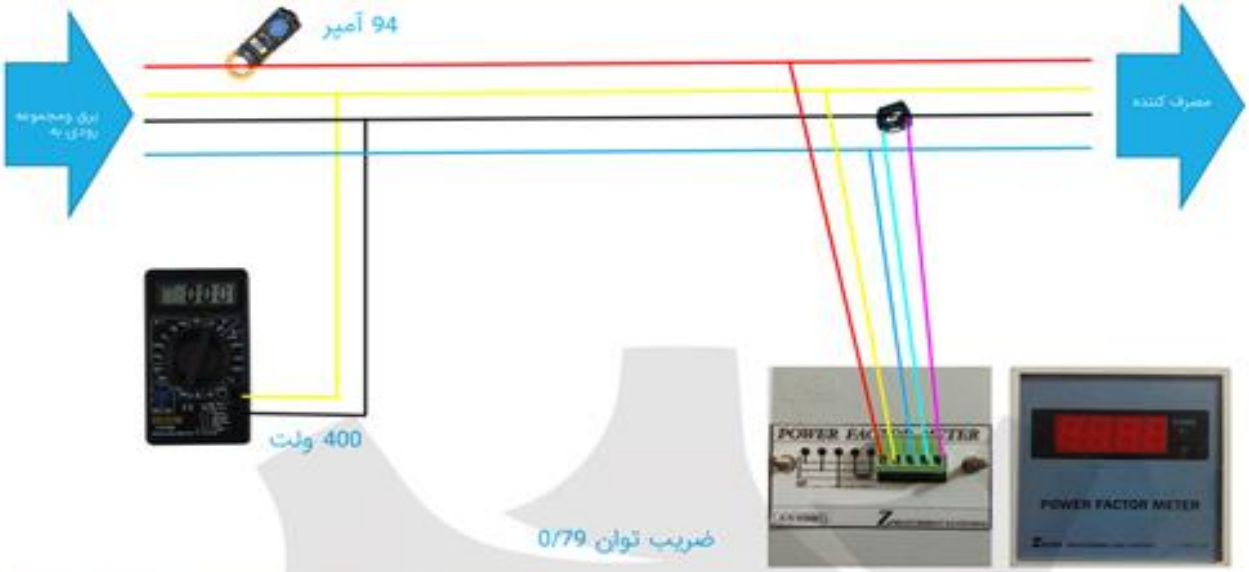
$$P = \sqrt{3} \# V_L \# I_L \# COS\{ \&$$
$$P = \sqrt{3} \# 400 \# 16 \# 0/84 = 9.311(KW)$$

$$S = \sqrt{3} \# V_L \# I_L$$
$$S = \sqrt{3} \# 400 \# 16 = 11.1(KVA)$$

$$Q = \sqrt{3} \# 400 \# 16 \# 0.54 = 6.01KVAR$$

سیم بندی پشت دستگاه

پارس نیرو صنعت توس
www.parsnst.ir



ضریب توان 0/79

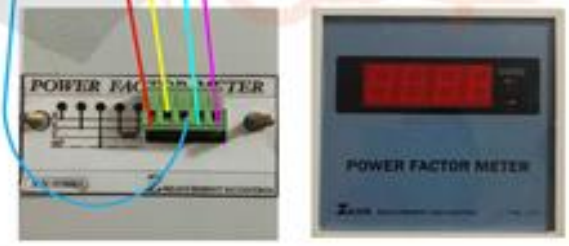
$P = \sqrt{3} \# 400 \# 94 \# 0.79 = 51.45KW$

$P_s = \sqrt{3} \# 400 \# 94 = 65.125KVA$

مصرف کننده

$Q = \sqrt{3} \# 400 \# 94 \# 0.61 = 39.73KVAR$

اگر ورودی اصلی ما کنتور سه فاز صنعتی بود . . .

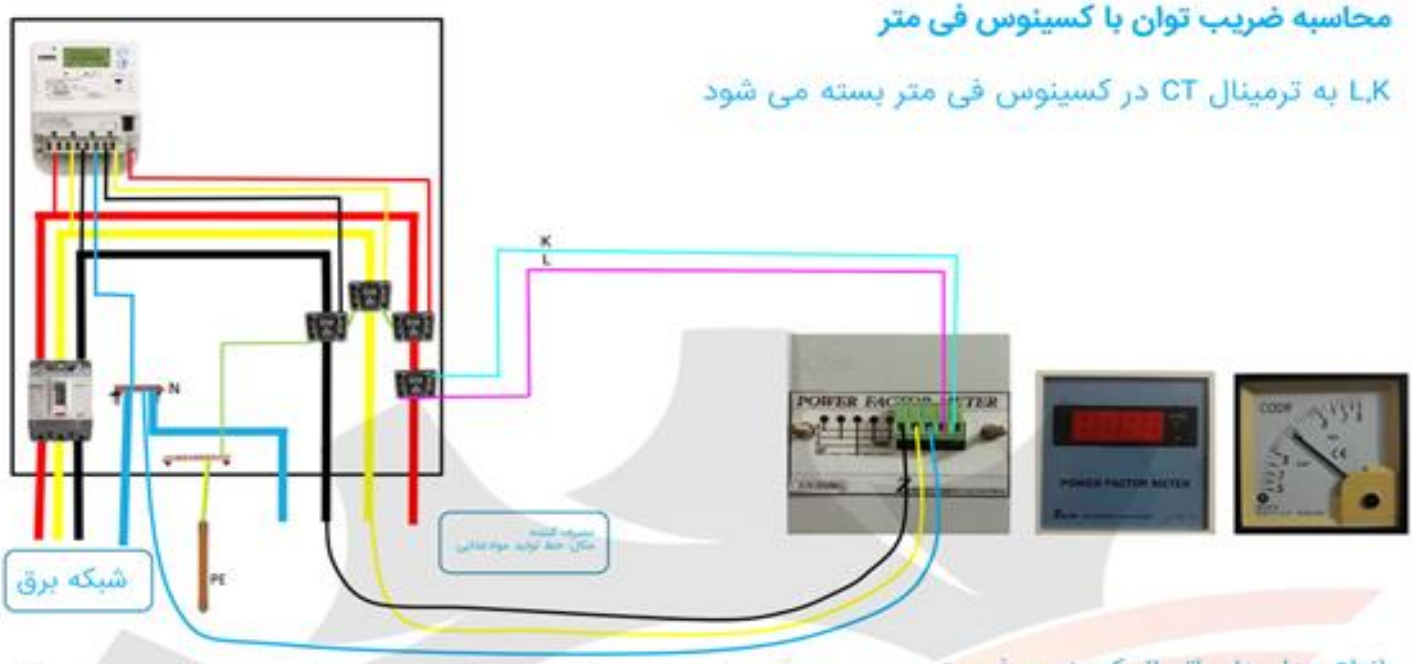


پارس نیرو صنعت توس

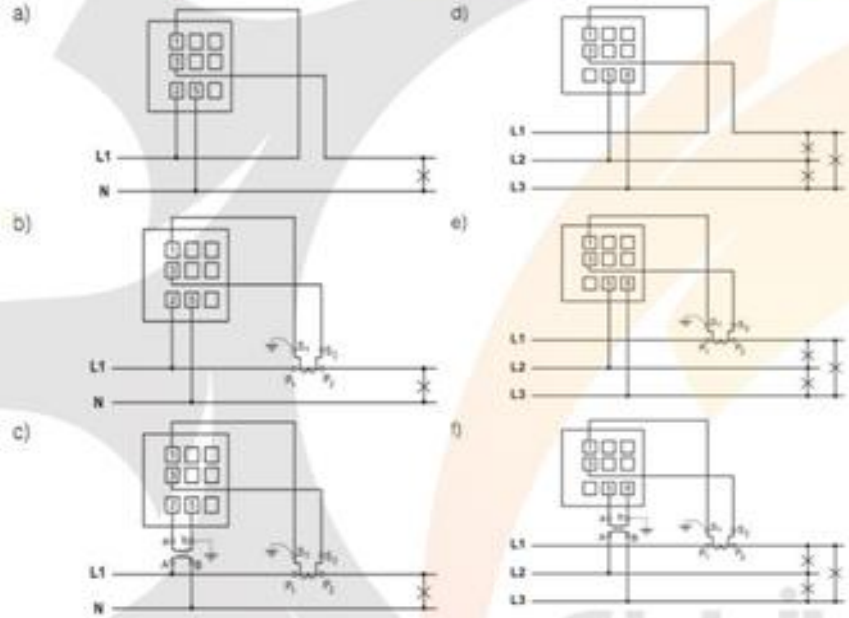
www.parsnst.ir

محاسبه ضریب توان با کسینوس فی متر

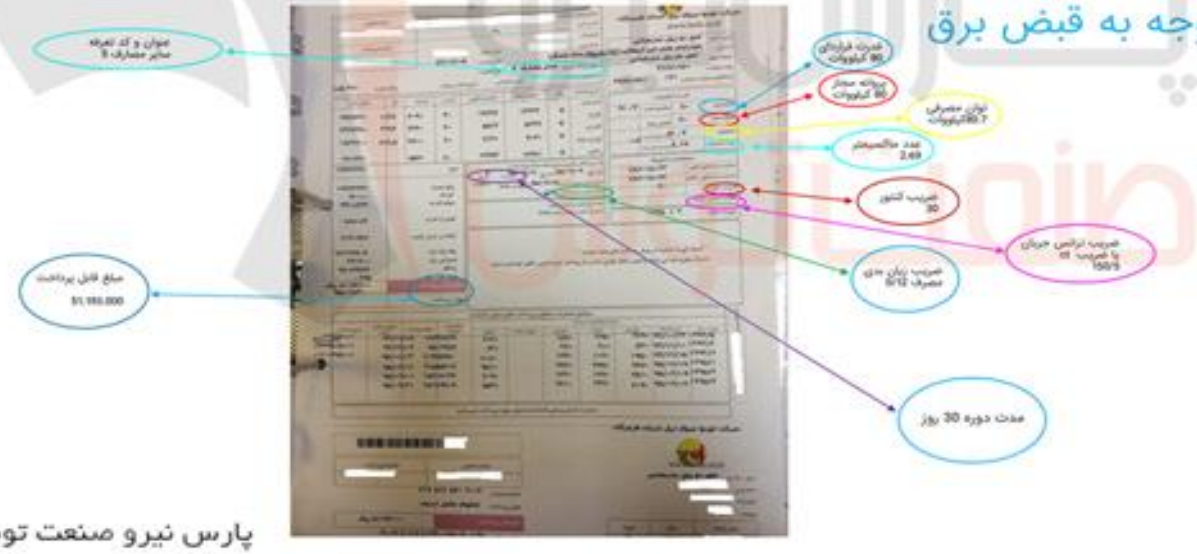
L,K به ترمینال CT در کسینوس فی متر بسته می شود



انواع مدل های اتصال کسینوس فی متر



2: با توجه به قبض برق



پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

$\cos\varphi$

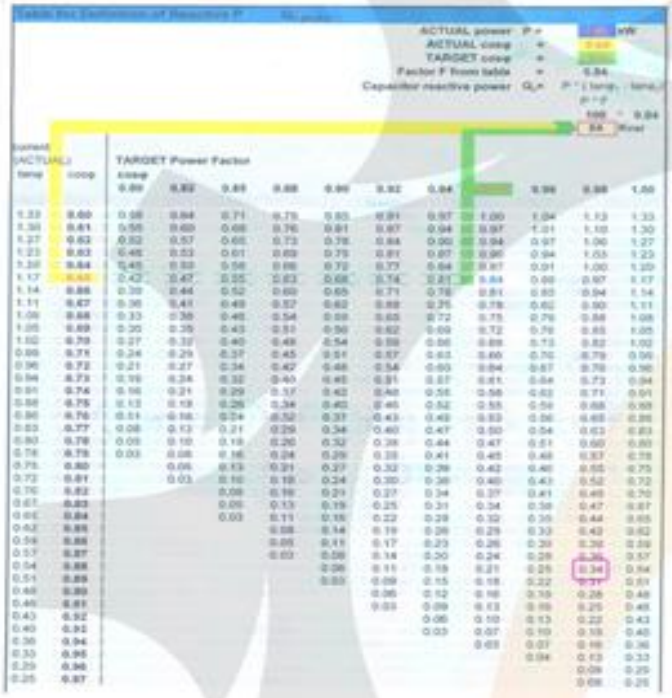
نحوه بدست آوردن خازن مورد نیاز

$$\cos\varphi = \frac{0.9}{\text{ضریب زیان}+1} \qquad \tan\varphi = \frac{\text{توان راکتیو}}{\text{توان اکتیو}} \longrightarrow \cos\varphi = \frac{1}{1+\tan\varphi}$$

با توجه به قبض برق و رابطه ضریب توان . . .

$$\cos\{ = \frac{.9}{1 + .o12} = .88$$

جدول factor F



مثال:

قدرت قراردادی $P = 80\ KW$

ضریب توان اولیه $COS\{ = 0.88$

ضریب توان مورد نیاز $COS\{ = 0.98$

$F = 0.34$

$Q_c = P\# (\tan\{_1 - \tan\{_2)$

$F = (\tan\{_1 - \tan\{_2)$

$Q_c = P\# F$

مقدار خازن مورد نیاز ⟹ $Q_c = 80KW\# 0.34 = 27.2(KVAR)$

3: با توجه به نرم افزار (اندروید و ویندوز)

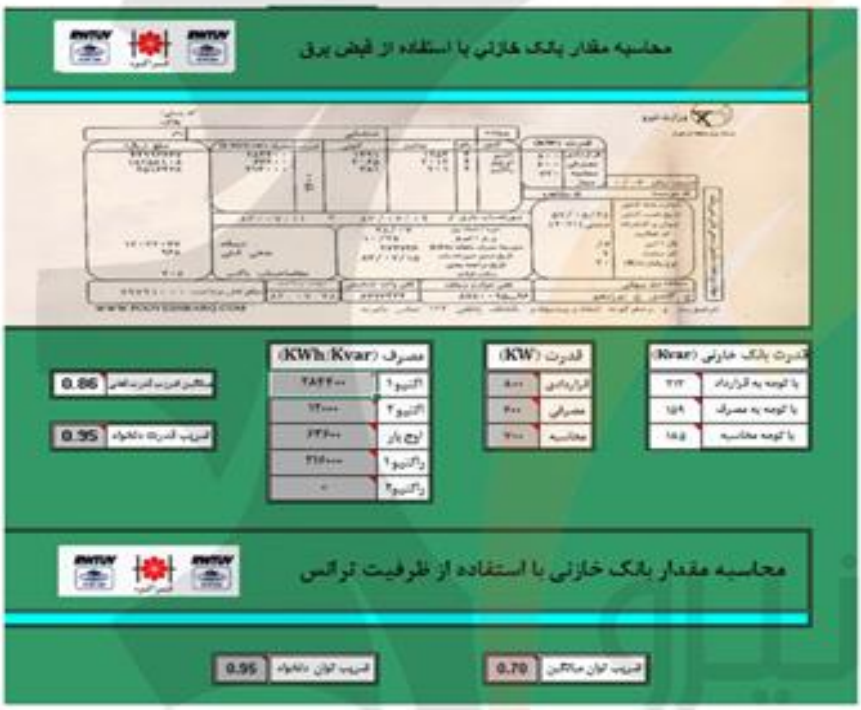
اندروید

ویندوز

پارس نیرو صنعت توس

اندروید

نرم افزار ویندوز



4: باتوجه به پاور متر وپاور آنالیزر

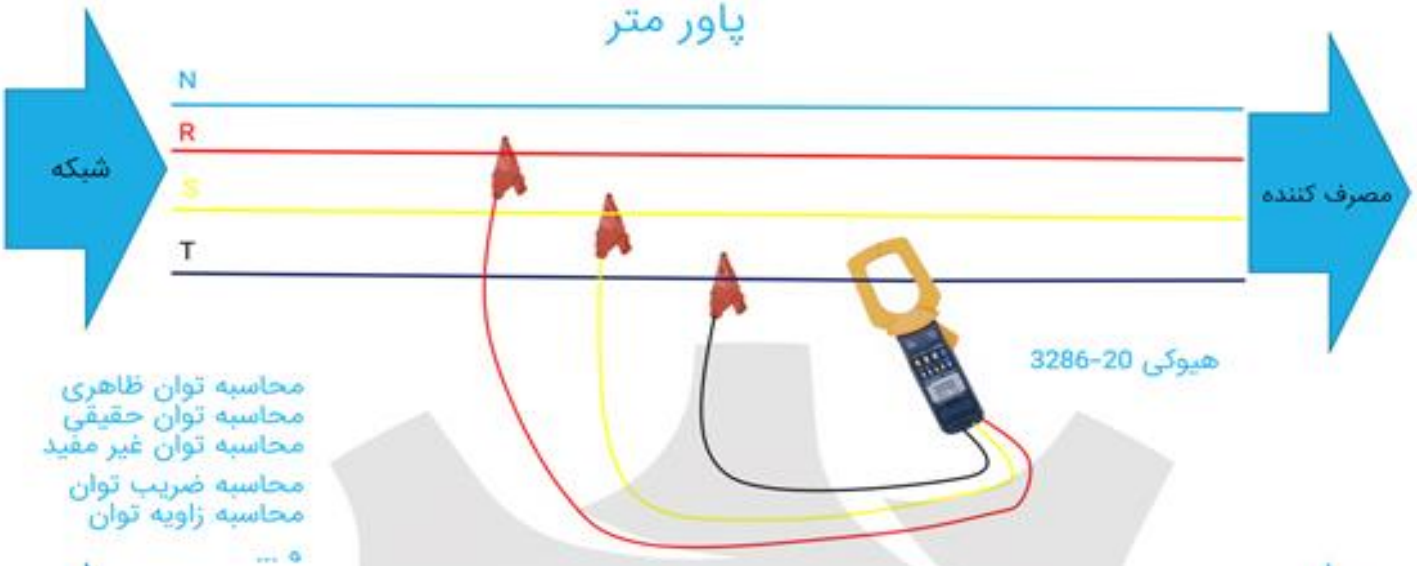
پاور متر

پاور آنالیزر

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

پاور متر



هیوکی 3286-20

محاسبه توان ظاهری
محاسبه توان حقیقی
محاسبه توان غیر مفید
محاسبه ضریب توان
محاسبه زاویه توان
و ...

پاور آنالیزر

لوترون DW-6095

محاسبه توان ظاهری
محاسبه توان حقیقی
محاسبه توان غیر مفید
محاسبه ضریب توان
محاسبه زاویه توان
محاسبه هارمونیک تا مرتبه 21 ام
قابلیت انتقال دیتا به کامپیوتر جهت آنالیز
و ...

پاور متر و پاور آنالیزر تابلویی

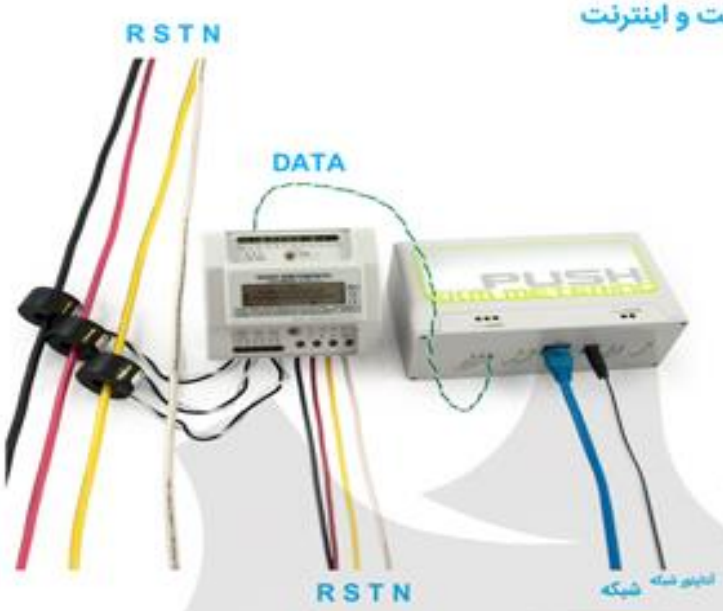
نصب روی درب تابلو

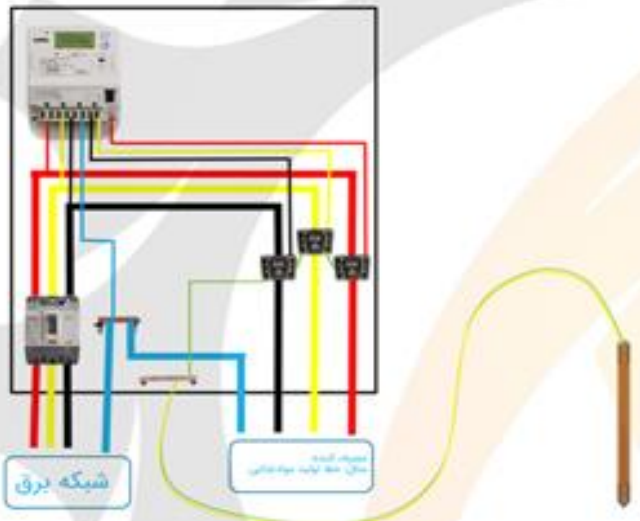
نصب روی ریل 35mm

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

پاور آنالیزر متصل به شبکه صنعتی و اینترنت





5:با توجه به کنتور برق

اصلاح ضریب قدرت خط تولید مواد غذایی

1:ابتدا خواندن توان های اکتیو و راکتیو کنتور کارخانه اول وآخر شیفت کاری

اول شیفت:
- مقدار توان اکتیو مصرفی اول شیفت P1
- مقدار توان راکتیو مصرفی اول شیفت Q1

آخر شیفت:
- مقدار توان اکتیو مصرفی آخر شیفت P2
- مقدار توان راکتیو مصرفی آخر شیفت Q2

2: در مرحله دو برای بدست آوردن تانژانت فی کارخانه از رابطه زیر استفاده میکنیم

$$\tan\{ = \frac{\text{مقدار توان راکتیو مصرفی آخر شیفت Q2} - \text{مقدار توان راکتیو مصرفی اول شیفت Q1}}{\text{مقدار توان اکتیو مصرفی آخر شیفت P2} - \text{مقدار توان اکتیو مصرفی اول شیفت P1}}$$

$$\Rightarrow \tan\{ = \frac{Q2 - Q1}{P2 - P1}$$

3: با داشتن تانژانت فی کارخانه، از جدول فاکتور F مقدار کسینوس فی کارخانه بدست می آوریم
همچنین ضریب F برای کسینوس فی مطلوب (بین 0/95 تا 0/98) بدست خواهد آمد

$$\tan\{ = \frac{11444 - 11405}{19143 - 19088} = \frac{39}{55} = 0.7 \Rightarrow \cos\{ = \frac{1}{1 + \tan\{} = \frac{1}{1 + 0.7} = 0.588$$

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

پله اول بانک خازن 10 درصد کل بانک خازن در نظر میگیریم

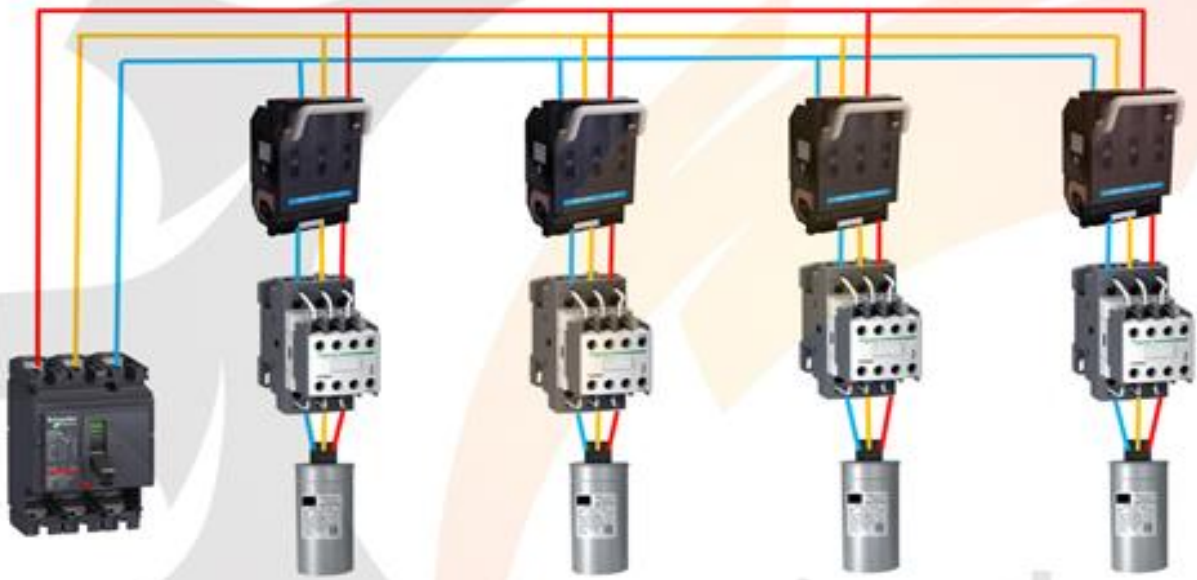
(در بارهای بزرگ میتوان تا 25 درصد کل بانک خازن در نظر گرفت)

همچنین پله اول رو میتوان به عنوان پله ثابت و یا با رگولاتور در نظر گرفت

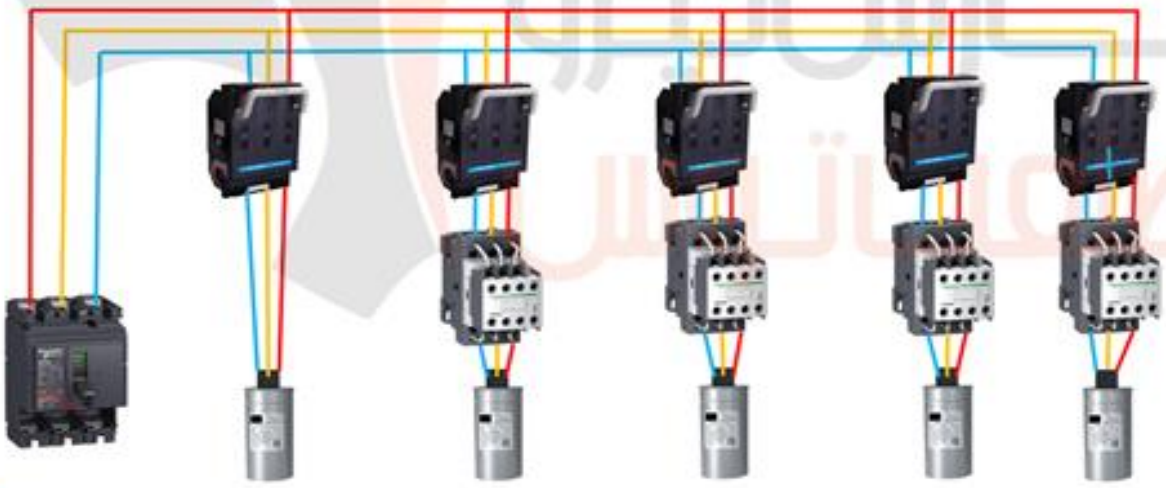
آرایش چیدمان پله های خازن در بانک خازن

1.1.1.1.1.1	Q1=Q2=Q3=Q4=Q5=Q6
1.2.2.2.2.2	2Q1=Q2=Q3=Q4=Q5=Q6
1.2.3.4.4.4	Q2=2Q1,Q3=3Q1,Q4=Q5=Q6=4Q1
1.2.3.4.5.6	Q2=2Q1,Q3=3Q1,Q4=4Q1,Q5=5Q1,Q6=6Q1
1.1.2.2.4.4	Q1=Q2,Q3=Q4=2Q1,Q5=Q6=4Q1
1.2.3.4.4.4	Q2=2Q1,Q3=3Q1,Q4=Q5=Q6=4Q1
1.2.4.8.16.32	Q2=2Q1,Q3=4Q1,Q4=8Q1,Q5=16Q1,Q6=32Q1

مدار قدرت بانک خازن بدون پله اول ثابت



مدار قدرت بانک خازن با پله اول ثابت



پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

6: محاسبه ضریب توان با توجه به اطلاعات فنی دستگاه ها

الکتروموتور 10 کیلووات با ضریب توان 0.78 به تعداد 2 عدد

الکتروموتور 7.5 کیلووات با ضریب توان 0.81 به تعداد 3 عدد

الکترو پمپ 4 کیلووات با ضریب توان 0.83 به تعداد 2 عدد

سانتی فیوژ 10 کیلو وات با ضریب توان 0.85 به تعداد 1 عدد

سانتی فیوژ 4 کیلو وات با ضریب قدرت 0.74 به تعداد 2

دیگ بخار 15 کیلو وات با ضریب قدرت 0.76 به تعداد یک عدد

کمپرسور هوا 10 کیلو وات با ضریب توان 0.65 به تعداد یک عدد

کمپرسور10 کیلو وات با ضریب توان0.94 به تعداد یک عدد

خط شست و شو

الکترو موتور 2.2 کیلووات با ضریب توان 0.89 6 عدد

الکتروموتور 1.5 کیلووات باضریب توان 0.94

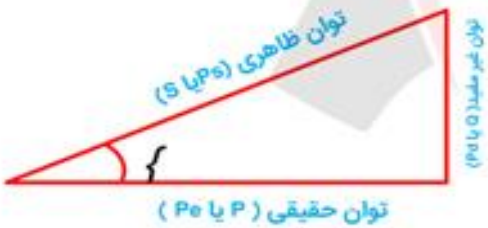
کولر 60 هزار7.2 کیلووات با ضریب توان 0.91 به تعداد 8عدد

***ولتاژ شبکه 380 ولت و فرکانس 50HZ میباشد**

AC

توان تک فاز

$$S = V_L . I_L (V.A)$$
$$P = V_L . I_L . COS\{ (W)$$
$$Q = ! \ V_L . I_L . SIN\{ (VAR)$$



پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

توان سه فاز

$$\begin{cases} S=\sqrt{3}.V_L.I_L\ (V.A) \\ P=\sqrt{3}.V_L.I_L.\cos\varphi\ (W) \\ Q=!\sqrt{3}.V_L.I_L.\sin\varphi\ (VAR) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} S=\sqrt{P^2+Q^2} \\ P=S.\cos\varphi \\ Q=S.\sin\varphi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi=\frac{P}{S} \\ \sin\varphi=\frac{Q}{S} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_L=\frac{P}{\sqrt{3}.V_L.\cos\varphi} \\ I_L=\frac{Q}{\sqrt{3}.V_L.\sin\varphi} \\ I_L=\frac{S}{\sqrt{3}.V_L} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_L=\frac{P}{\sqrt{3}.I_L.\cos\varphi} \\ V_L=\frac{Q}{\sqrt{3}.I_L.\sin\varphi} \\ V_L=\frac{S}{\sqrt{3}.I_L} \end{cases}$$

$S_{10KW}=\sqrt{3}.380.\frac{10000}{\sqrt{3}.380\#0.78}=12.82KV.A\#2=25.64KV.A$	الکتروموتور 10کیلووات
$S_{7.5KW}=\frac{P}{\cos\varphi}=\frac{7500}{0.81}=9.26KV.A\#3=27.78KV.A$	الکتروموتور7.5 کیلووات
$S_{4KW}=\frac{4000}{0.83}=4.82KV.A\#2=9.638KV.A$	الکتروپمپ 4 کیلووات
$S_{10KW}=\frac{10000}{0.85}=11.764KV.A\#1=11.764KV.A$	سانتیفیوژ10 کیلووات
$S_{4KW}=\frac{4000}{0.74}=5.405KV.A\#2=10.81KV.A$	سانتیفیوژ 4 کیلووات
$S_{15KW}=\frac{15000}{0.76}=19.736KV.A\#1=19.736KV.A$	دیگ بخار 15 کیلووات
$S_{10KW}=\frac{10000}{0.65}=15.384KV.A\#1=15.384KV.A$	کمپرسور هوا 10 کیلووات
$S_{10KW}=\frac{10000}{0.94}=10.638KV.A\#1=10.638KV.A$	کمپرسور هوا 10 کیلووات
$S_{2.2KW}=\frac{2200}{0.89}=2.472KV.A\#6=14.832KV.A$	الکتروموتور 2.2 کیلووات شستشو
$S_{1.5KW}=\frac{1500}{0.94}=1.596KV.A\#10=15.96KV.A$	الکتروموتور 1.5 کیلووات شستشو
$S_{7.2KW}=\frac{7200}{0.81}=8.889KV.A\#8=71.112KV.A$	کولر سه فاز 7.2 کیلووات

$$S_{All}=25.64+27.78+9.638+11.764+10.81+19.736+15.384+10.638+14.832+15.96+71.112=233.3KV.A$$

$P_{10KW}=10\#2=20KW$	الکتروموتور 10کیلووات
$P_{7.5KW}=7.5\#3=22.5KW$	الکتروموتور7.5 کیلووات
$P_{4KW}=4\#2=8KW$	الکتروپمپ 4 کیلووات
$P_{10KW}=10\#1=10KW$	سانتیفیوژ10 کیلووات
$P_{4KW}=4\#2=8KW$	سانتیفیوژ 4 کیلووات
$P_{15KW}=15\#1=15KW$	دیگ بخار 15 کیلووات
$P_{10KW}=10\#1=10KW$	کمپرسور هوا 10 کیلووات
$P_{10KW}=10\#1=10W$	کمپرسور هوا 10 کیلووات
$P_{2.2KW}=2.2\#6=13.2KW$	الکتروموتور 2.2 کیلووات شستشو
$P_{1.5KW}=1.5\#10=15KW$	الکتروموتور 1.5 کیلووات شستشو
$P_{7.2KW}=7.2\#8=57.6KW$	کولر سه فاز 7.2 کیلووات

$$P_{All}=20+22.5+8+10+8+15+10+10+13.2+15+57.6=189KW$$

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

$$\cos\{ = \frac{P}{S} = \frac{189}{233.3} = 0.81$$

$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3}\,V_L} = \frac{233.3KVA}{\sqrt{3}\ \#\ 380} = 354.46A$$

$$\cos^{-1} 0.81 = 35.9^{\circ} \ \&\ \sin 35.9^{\circ} = 0.58$$

$$COS^{-1} 0.96 = 16.26^{\circ} \ \&\ SIN 16.26^{\circ} = 0.28$$

$$\sin\{ = \sin\{_1 - \sin\{_2 = 0.58 - 0.28 = 0.3$$

$$Q = \sqrt{3}.V_L.I_L.SIN\{ \quad Q = \sqrt{3}\ \#\ 380\ \#\ 354.46\ \#\ 0.3 = 70KVAR$$

آرایش پله ها برای 70 کیلووار

پله اول 10 درصد

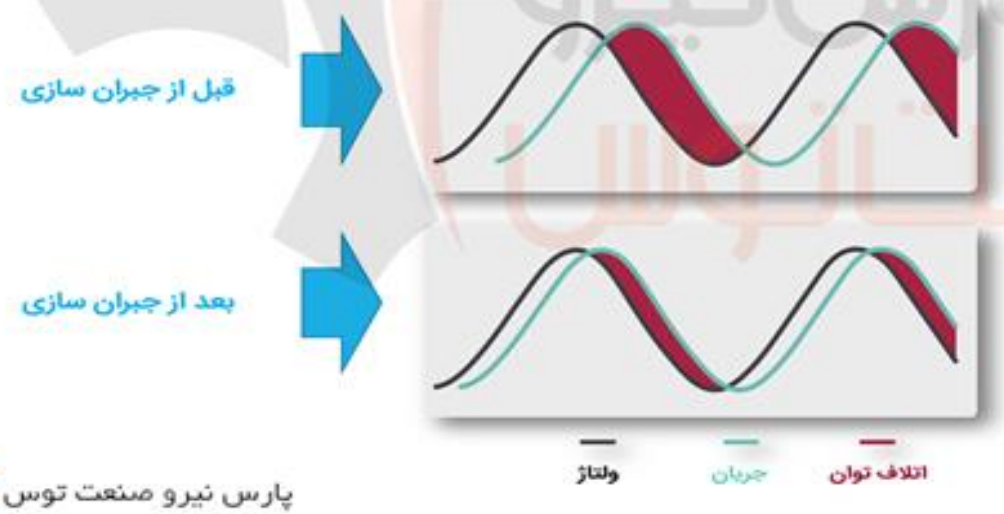
1.1.1.1.1.1	Q1=Q2=Q3=Q4=Q5=Q6
1.2.2.2.2.2	2Q1=Q2=Q3=Q4=Q5=Q6
1.2.3.4.4.4	Q2=2Q1,Q3=3Q1,Q4=Q5=Q6=4Q1
1.2.3.4.5.6	Q2=2Q1,Q3=3Q1,Q4=4Q1,Q5=5Q1,Q6=6Q1
1.1.2.2.4.4	Q1=Q2,Q3=Q4=2Q1,Q5=Q6=4Q1
1.2.4.8.16.32	Q2=2Q1,Q3=4Q1,Q4=8Q1,Q5=16Q1,Q6=32Q1

70KVAR ⇒

12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5=75KVAR
5,10,10,10,10,10,10=65KVAR
2.5,5,7.5.10.10.10=45 / 5,10,15,20,20,20=90KVAR
2.5,5,7.5,10,12.5,15=52.5KVAR / 5,10,15,20,25,30=105KVAR
5,5,10,10,20,20=70KVAR
2.5,5,10,20,40,80=157.5KVAR

ترتیب پله های درست خازن برای ای کیلوار 1,1,2,2,4,4 است

اتلاف توان



پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

7: جبران سازی به روش تجربی

*این روش برای الکتروموتور ها بیشتر استفاده میشود .

در روش تجربی ما حدود 30 تا 40 درصد توان الکتروموتور را مقدار خازن آن در نظر میگیریم

مثلا یک الکتروموتور 100 کیلووات حدودا 30 تا 40 کیلووار به صورت تقریبی نیاز است

البته صحیح تراست که ما با توجه به پلاک موتور مقدار خازن را محاسبه کنیم

موتوژن			
△	400 V	178 A	
100 KW		COS phi 0.81	
1460 / MIN		50 HZ	

$SIN\{ = ?$

$\& COS\{ = 0.81 \& \{ = \cos^{-1} 0.81 = 35.9^{\circ}$

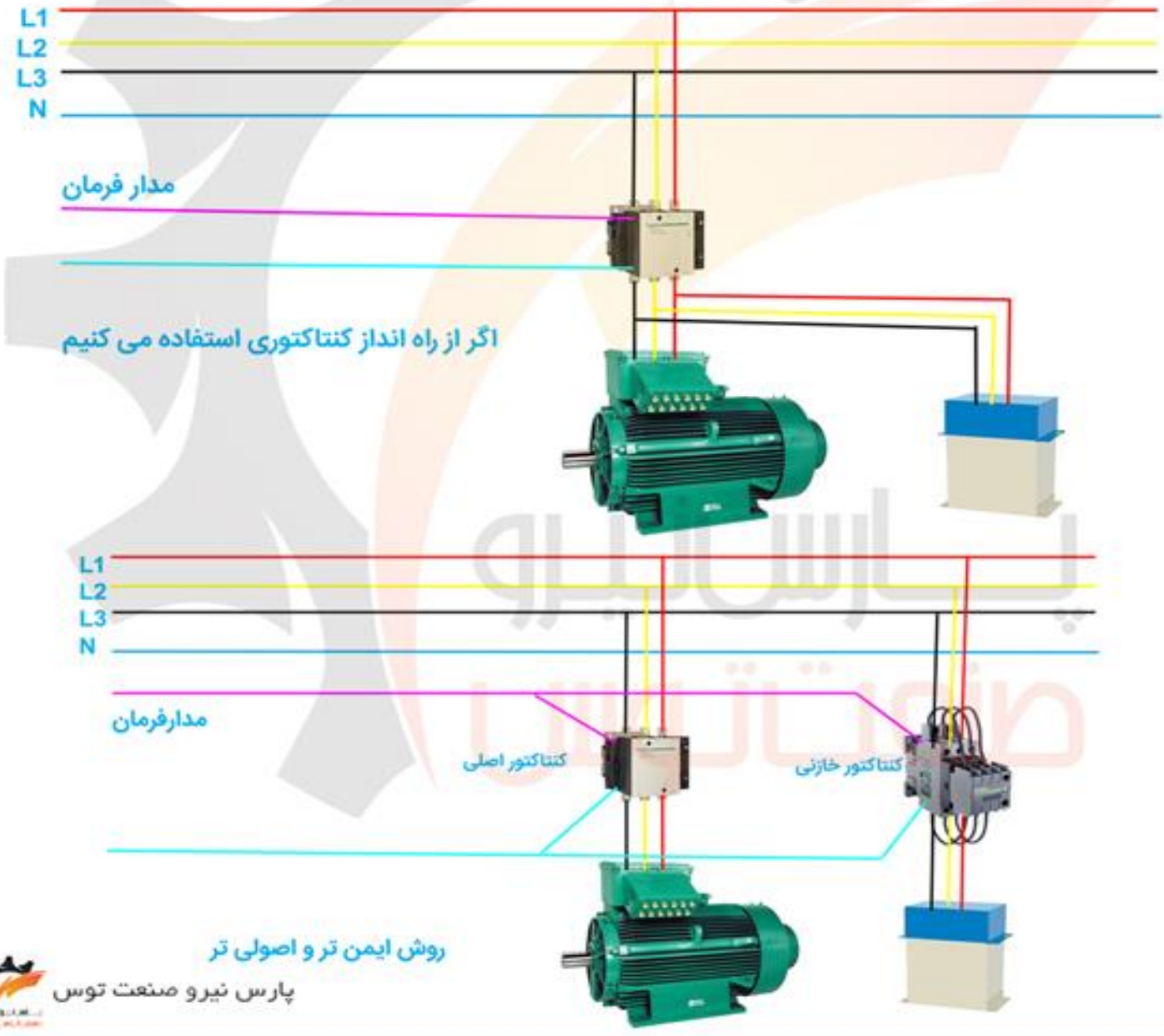
$\& \sin 35.9^{\circ} = 0.58$

$\& \cos^{-1} 0.95 = 18.19^{\circ}$

$\& \sin 18.19^{\circ} = 0.31$

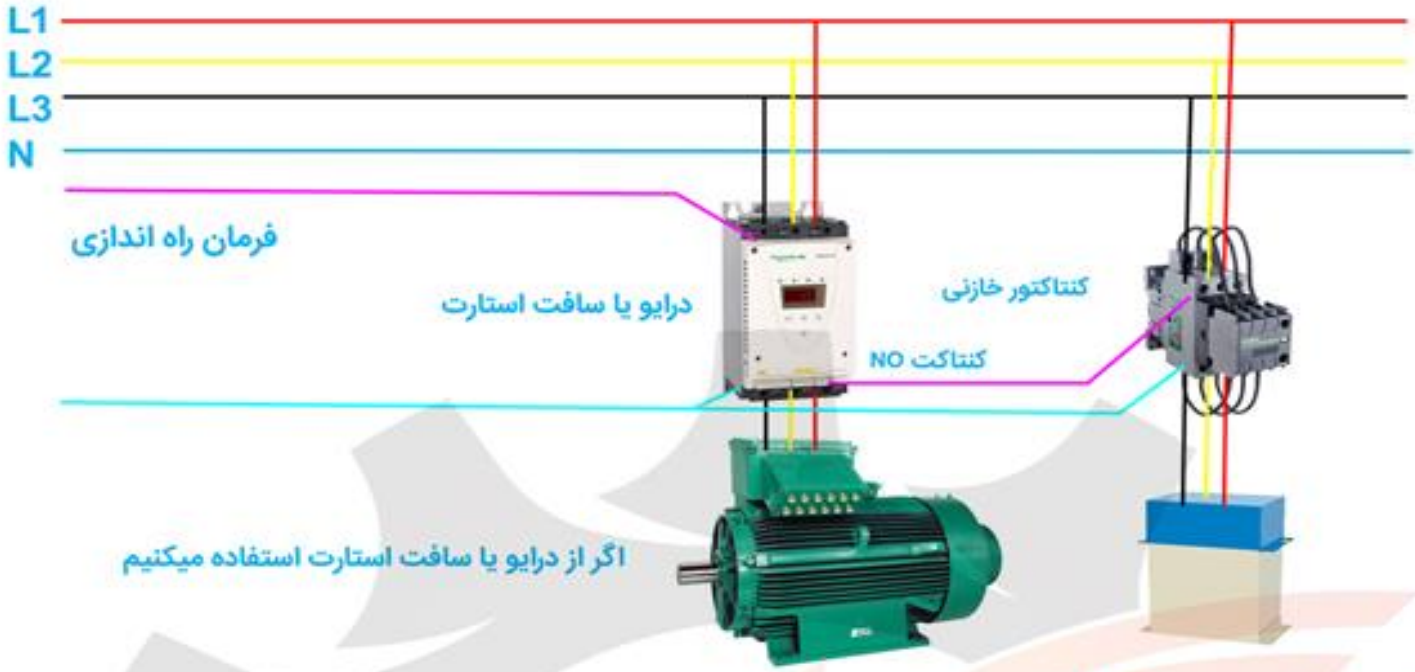
$\sin_{new} = (0.58 - 0.31) = 0.27$

$\& Q = \sqrt{3} \# 400 \# 178 \# 0.27 = 33.3 KVAR$



پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir



8: با توجه به رگولاتور

هارمونیک چیست؟

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

هارمونیک ها چه مشکلاتی را به وجود می آورند؟

1-گرم شدن بیش از حد هادی ها

2-قوی وضعیف شدن نور لامپ های فلورسنت

3- خراب شدن خازن ها

4 – گرم شدن و خرابی بیش از حد ترانسفورماتور

5 –چشمک زدن لامپ های گازی

6-سوختن فیوز ها بدون دلیل ظاهری

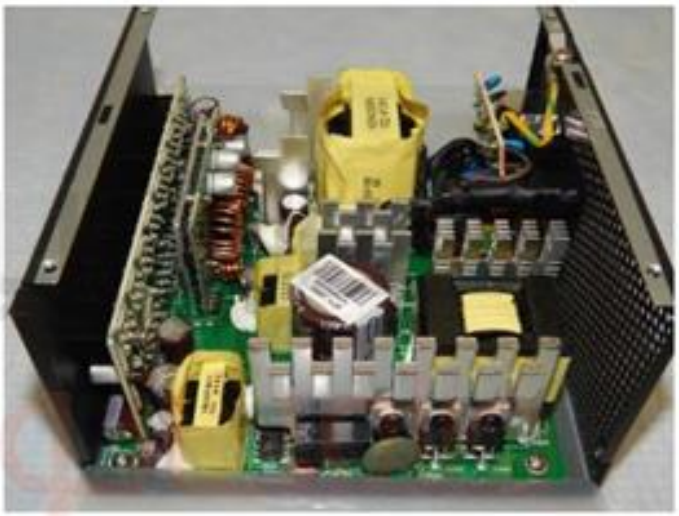
7-گرم شدن بیش از حد موتور ها و خرابی آنها

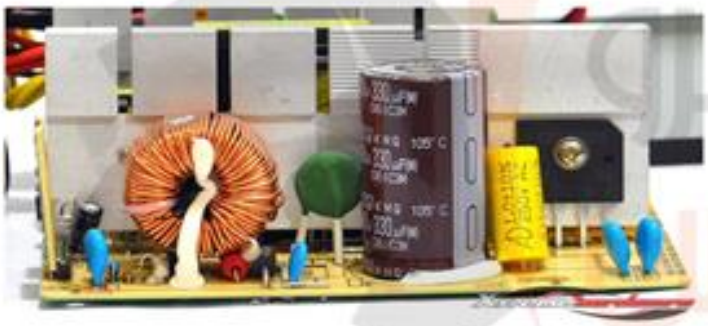
8-خرابی دستگاه های اندازه گیری

9-گرم شدن بیش از حد کلید ها

چه چیز هایی هارمونیک تولید میکنند

نمونه ای از تجهیزات ایجاد هارمونیک در شبکه





پارس نیرو صنعت توس

چه چیز هایی هارمونیک تولید میکنند

1- UPS ها (باتری های برق اضطراری

2- کنترل کننده های دور موتور AC

3- کنترل کننده های دور موتور DC

4- مبدل های فرکانس

5-دیمر های پنکه

6- اینورتر ها

7-شارژر های باتری

8-کوره های قوسی

9-دستگاهای قوسی

10- دستگاه های جوش مقاومتی

11- بالاست الکترونیکی

12-کوره های القایی

13- منبع تغذیه ها AC به DC

در اغلب مواقع مقدار هارمونیک های محاسبه شده مزاحم نیستند . . .

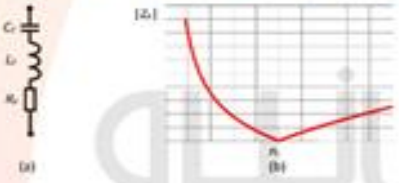
ولی ...

به واسته امکان وقوع فرکانس رزوناس با خازن های مربوط به اصلاح ضریب توان کم در کوره های الکتریکی ، این مقدار(هارمونیک) تقویت میشه

بد ترین هارمونیک ها ، هارمونیک مرتبه 3،5،7،11 ام هستند

به عنوان نمونه : افزایش 10 درصد در تنش ولتاژ موجب افزایش 7 درصد درجه حرارت میشود.

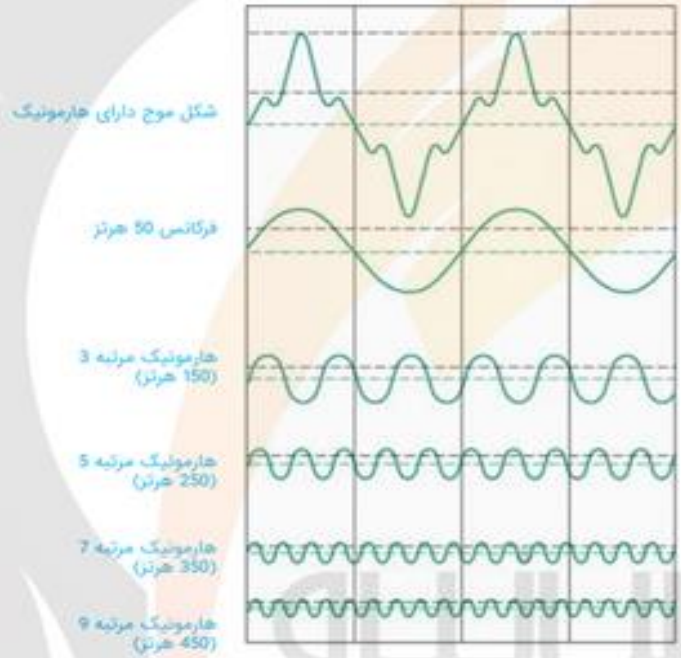
جریان های هارمونیکی می تواند منجر به افزایش حرارت در موتور های الکتریکی بشود .



هارمونیک آنالیزر

پارس نیرو صنعت توس

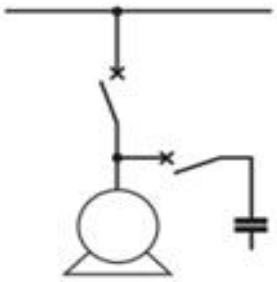
www.parsnst.ir



پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

3: انواع روش های خازن گذاری



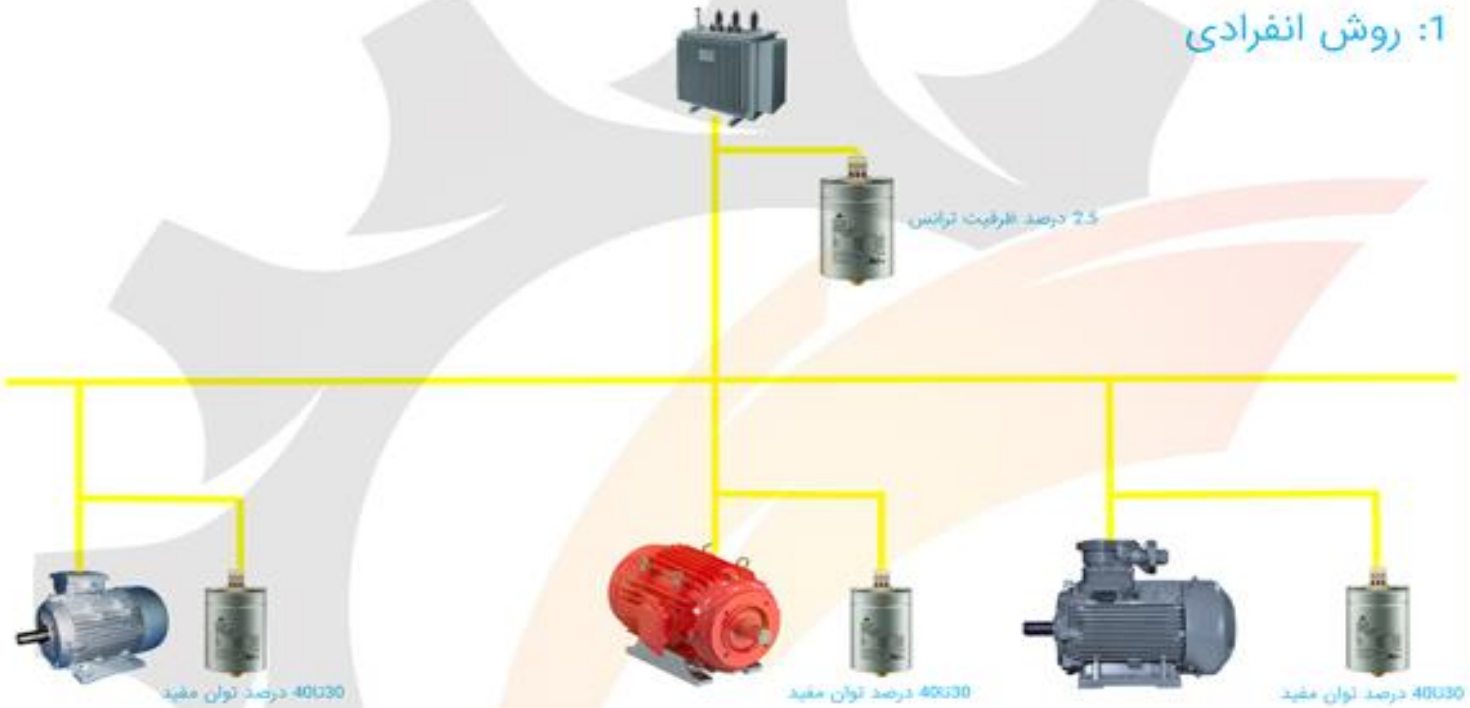
1: روش انفرادی

2: روش گروهی

3: روش متمرکز

4: روش ترکیبی

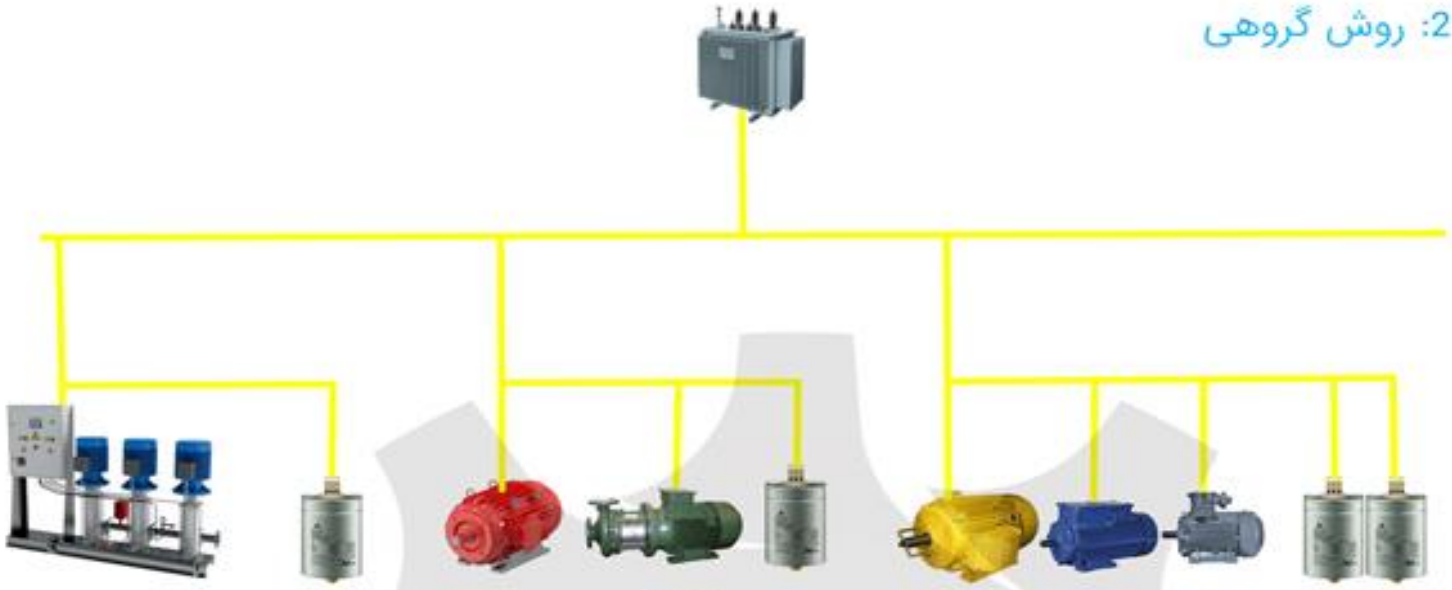
1: روش انفرادی



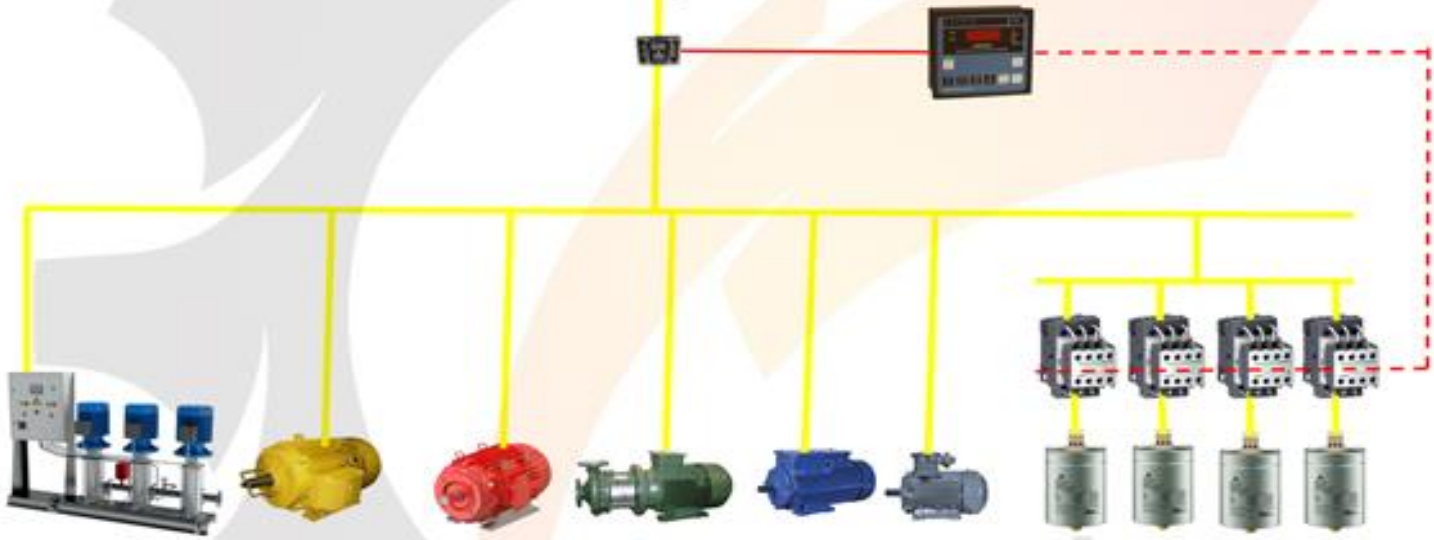
2: روش گروهی

پارس نیرو صنعت توس

2: روش گروهی



3: روش متمرکز(بانک خازن)

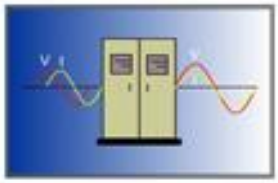


4: روش ترکیبی

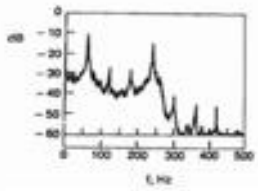
پارس نیرو صنعت

www.parsnst.ir

3: طراحی و سیم بندی و مونتاژ بانک خازن

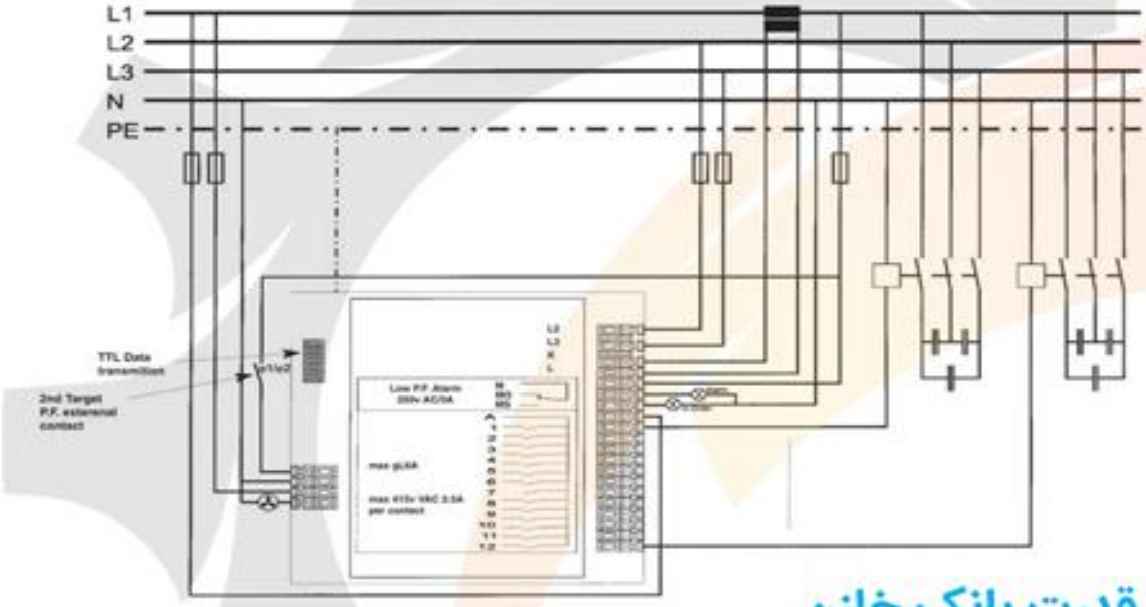


1:سیستم کنتاکتوری

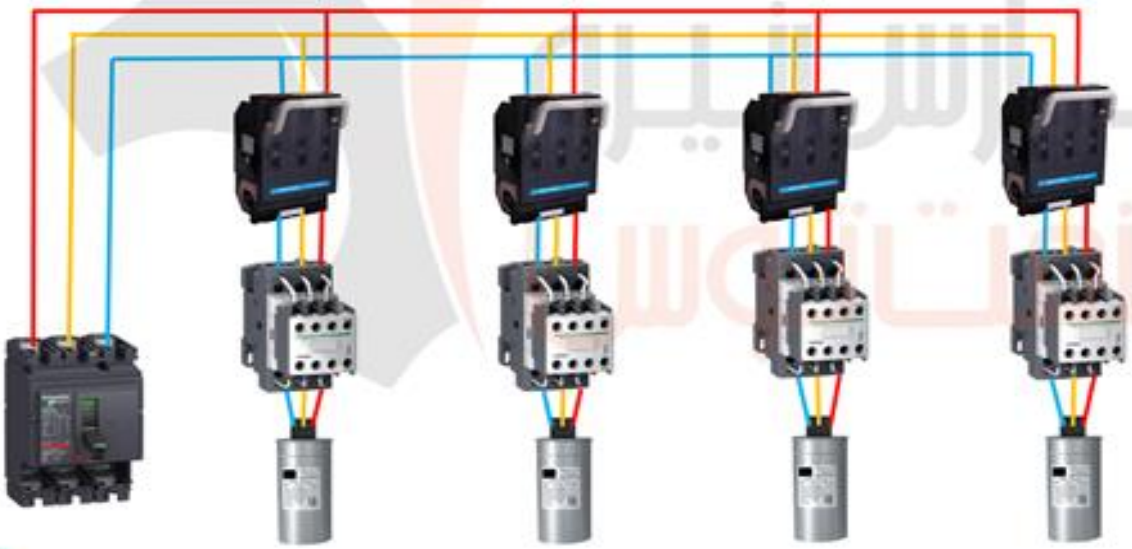


2:سیستم تایریستوری

1:وایرینگ سیستم کنتاکتوری



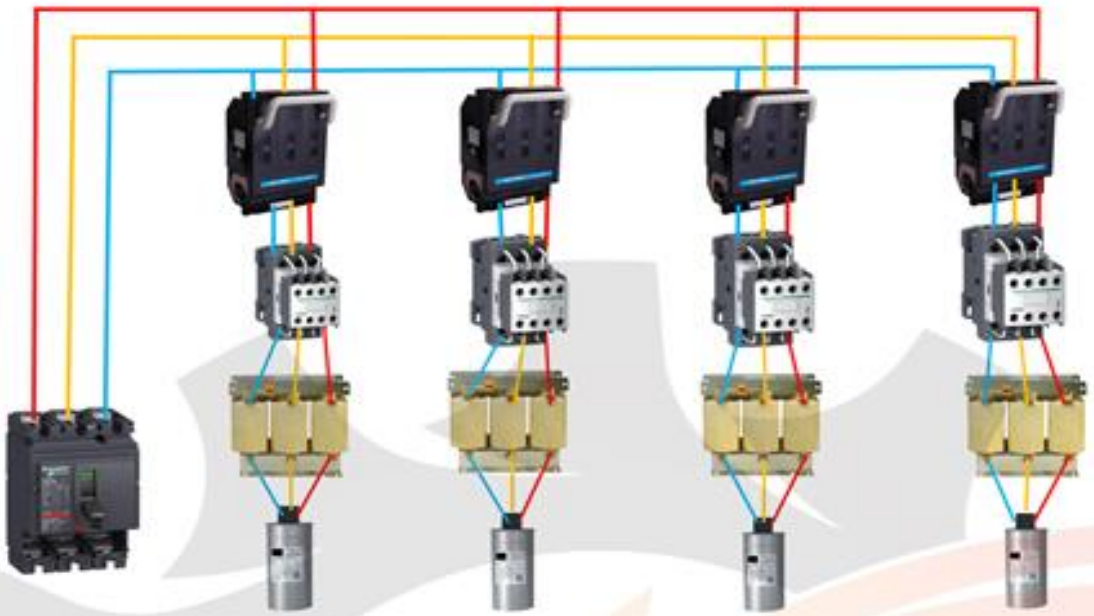
نقشه مدار قدرت بانک خازن



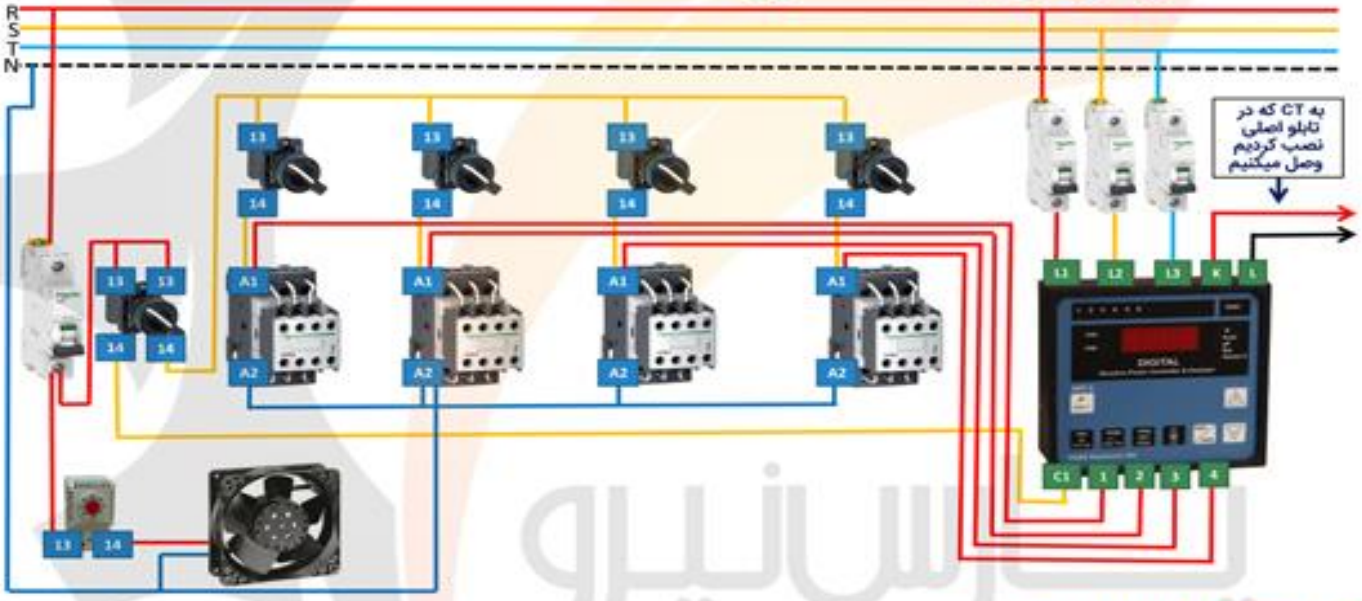
پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

نقشه مدار قدرت بانک خازن با راکتور خازنی

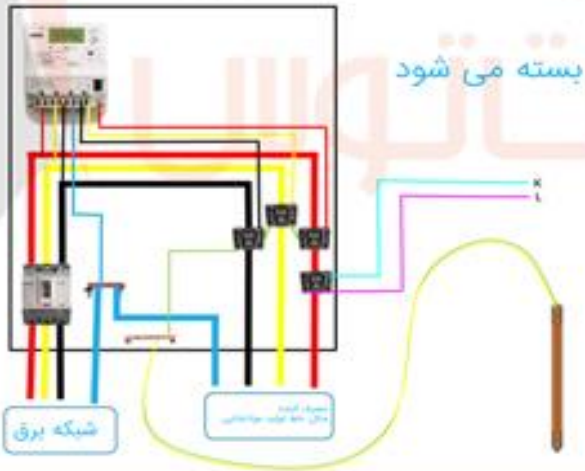


نقشه مدار فرمان بانک خازن



محل نصب CT در تابلو توزیع

L,K به ترمینال L,K در رگولاتور بسته می شود



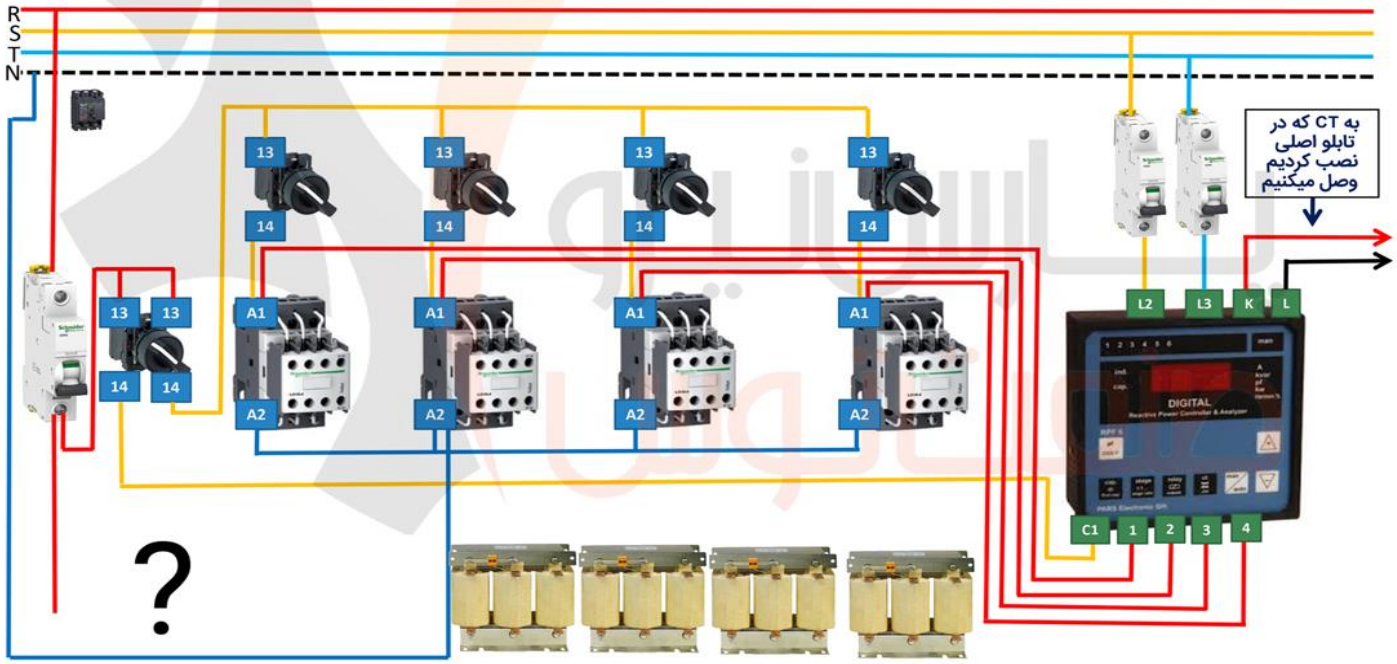
پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

محل نصب CT در تابلو توزیع

محل نصب CT در تابلو کنتوری

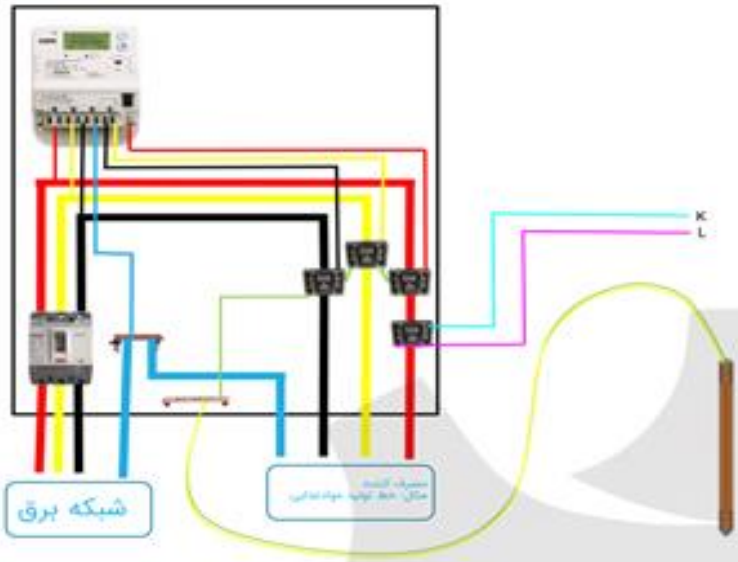
نقشه مدار فرمان بانک خازن با راکتور



پارس نیرو صنعت توس

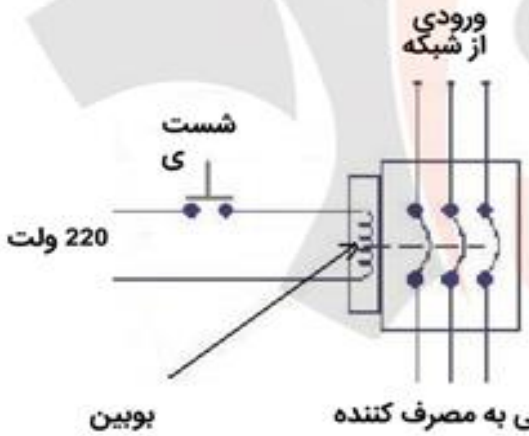
محل نصب CT در تابلو توزیع

L,K به ترمینال L,K در رگولاتور بسته می شود



فرمان تریپ در کلید اتوماتیک

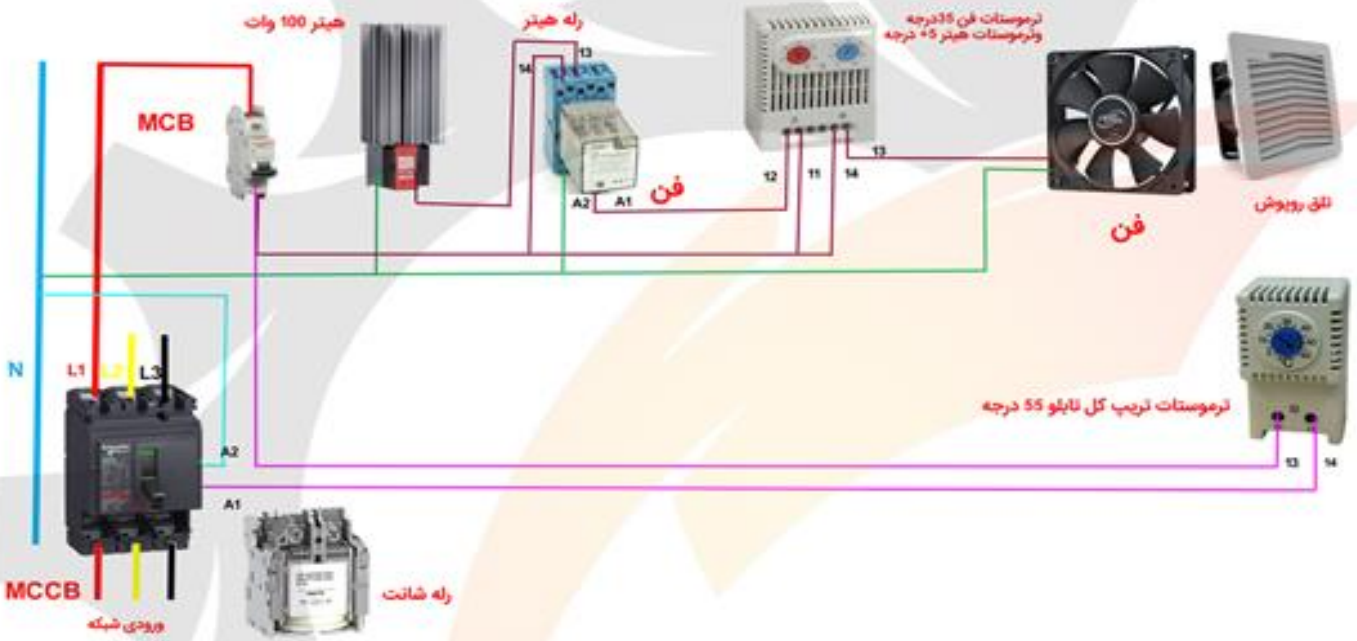
رله شانت

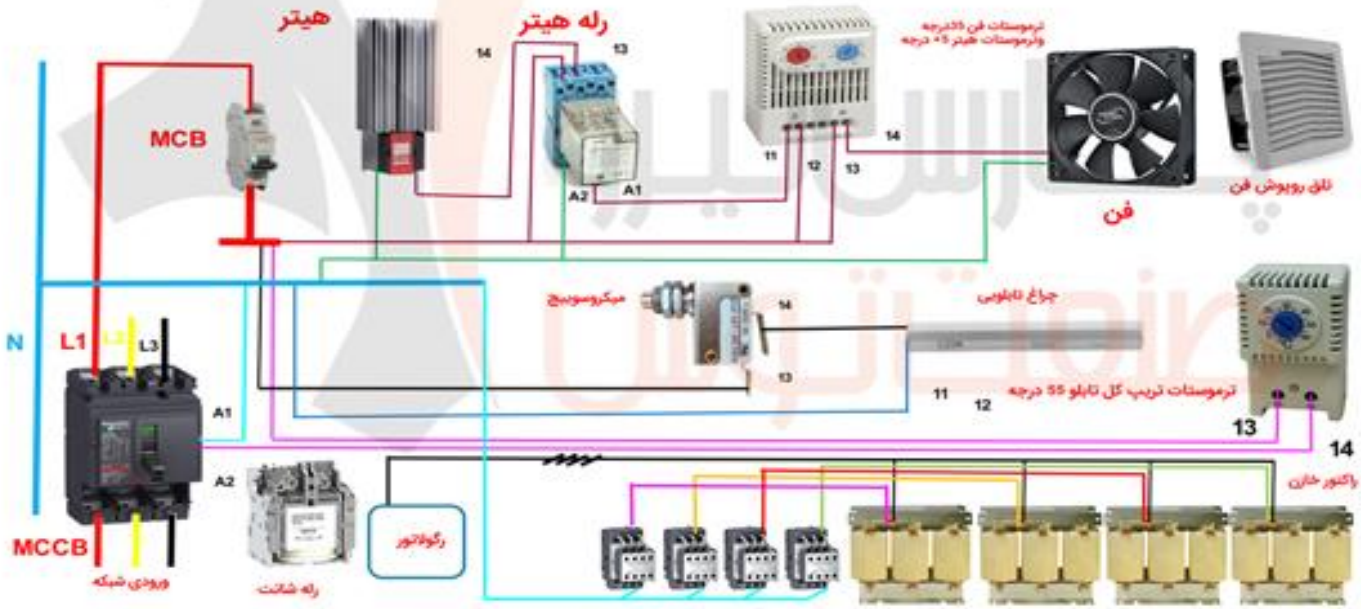


پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

سیستم تهویه در تابلوی بانک خازنی

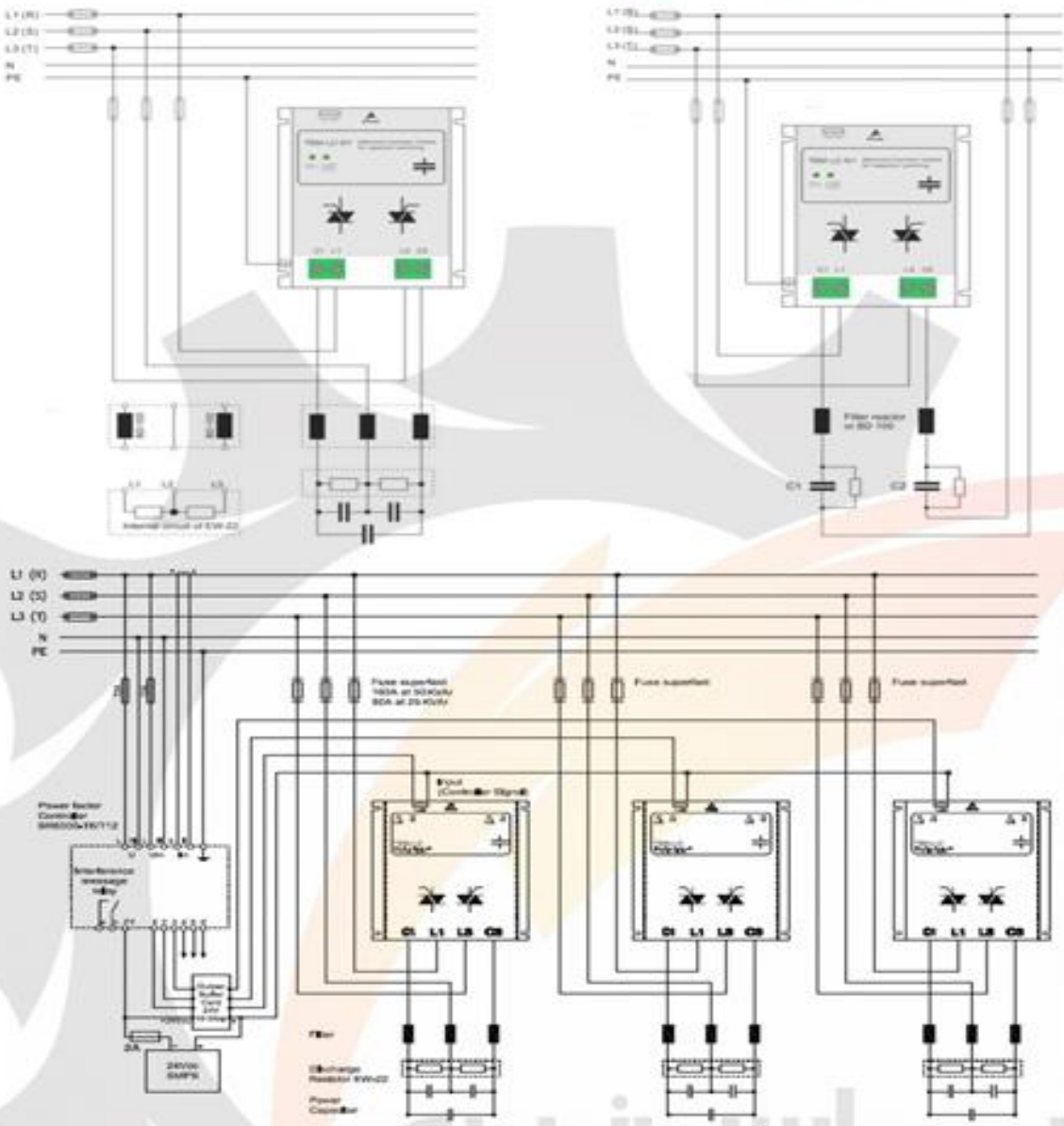




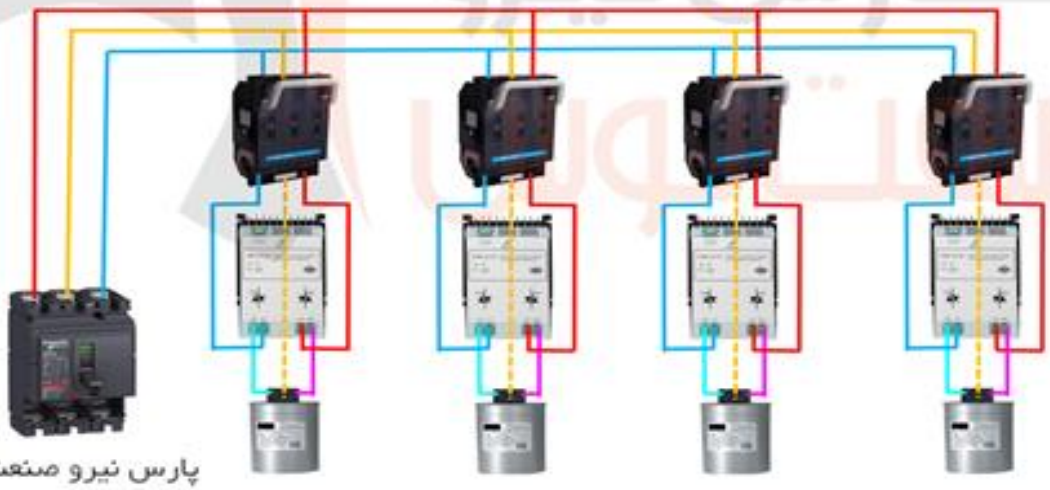
پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

2:وایرینگ سیستم تایریستوری



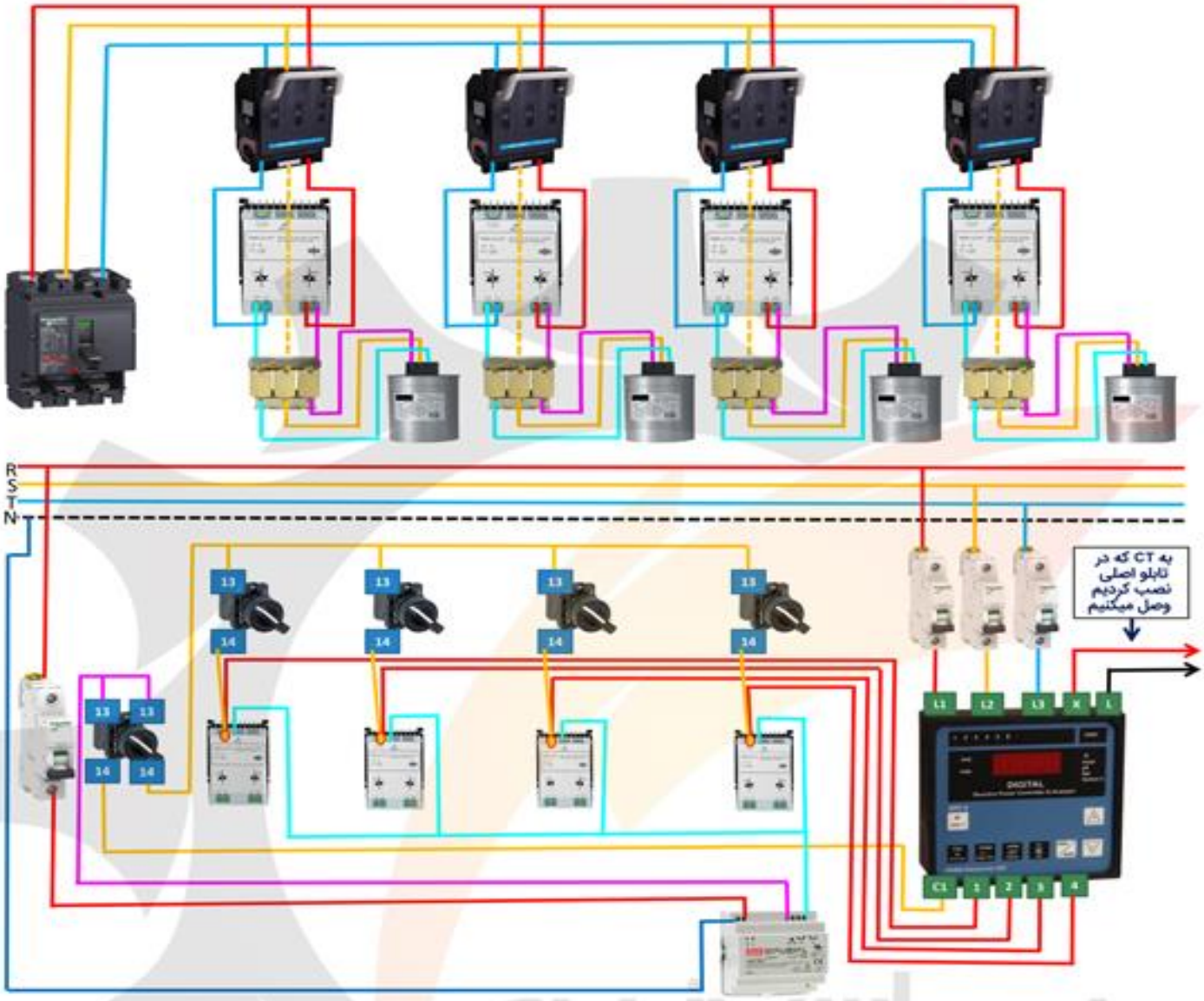
نقشه مدار قدرت بانک خازن سیستم تایریستوری



پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

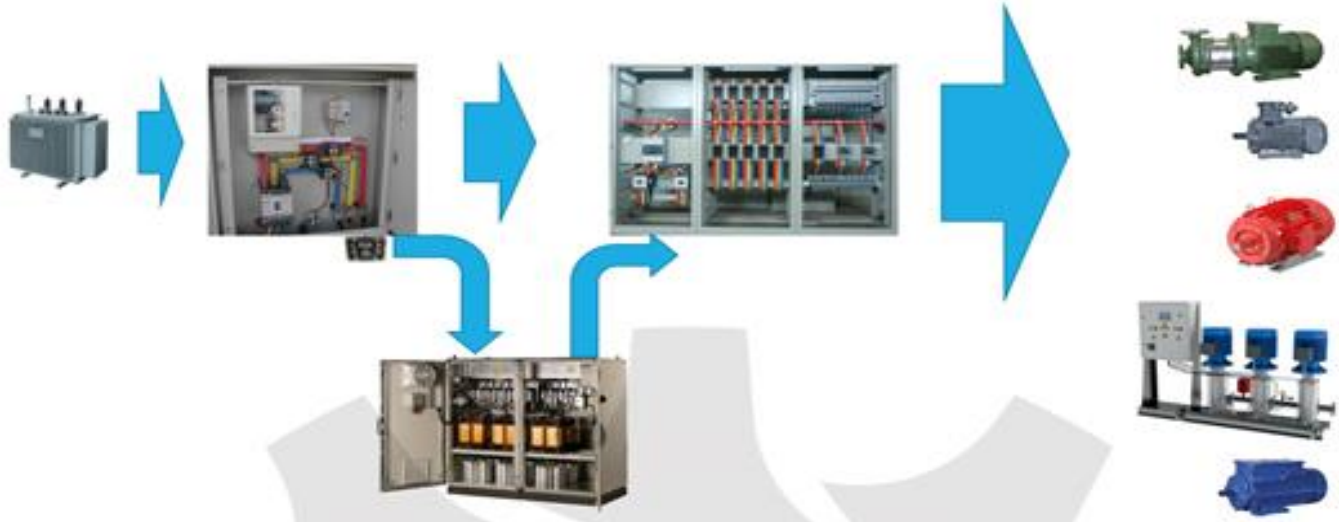
نقشه مدار قدرت بانک خازن



محل نصب CT در تابلو توزیع

پارس نیرو صنعت توس

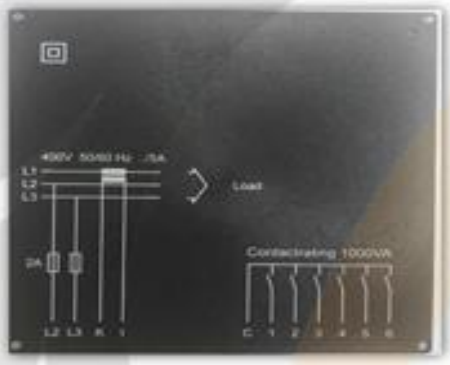
www.parsnst.ir



4: تنظیمات رگولاتور و کالیبره کردن آن

رگولاتور پارس مت

مدل pf6



قابلیت های رگولاتور پارس مت:

- قطع و وصل پله خازنی در حالت دستی (man) و اتوماتیک (auto)
- قابلیت تعریف کسینوس فی از 0/8 سلفی تا 0/9 خازنی
- قابلیت اندازه گیری و نمایش ولتاژ بین بین فازهای L2 و L3
- قابلیت اندازه گیری ونمایش جریان L1
- قابلیت تعریف پله اول اوتوماتیک تا 300 کیلووار
- قابلیت تعریف قدرت پله های خازنی نسبت به پله اول جهت عملکرد هوشمند رگولاتور
- قابلیت تعریف تعداد پله های خازنی مورد نیاز
- قابلیت تعریف اولیه ترانسفورماتور جریان جهت محاسبه و مقدار خازن مورد نیاز شبکه
- قابلیت تعریف زمان جهت قطع و وصل پله خازنی از 10 تا 254 ثانیه
- قابلیت تعریف و محاسبه درصد مجاز هارمونیک ولتاژ جهت حفاظت بانک خازنی بدون فیلتر
- نمایش مقدار توان اکتیو و راکتیو مصرفی
- نمایش خطا های موجود در شبکه (افزایش یا کاهش ولتاژ ، هارمونیک، خطای CT، و ...)
- نمایش عدم وصل رگولاتور به شبکه

برنامه ریزی رگولاتور

برنامه ریزی یا تنظیم دستگاه در حالت man(دستی) انجام میگیرد و درصورت قطع تغذیه رگولاتور، کلیه برنامه ریزی های انجام شده حفظ و پس از وض مجدد ، رگولاتور در وضعیت اتوماتیک قرار گرفته و به عملکرد خود ادامه می دهد .

پارس نیرو صنعت توس

برنامه ریزی انجام شده (پیش فرض)

- ضریب قدرت 0/96 سلفی
- تعداد پله 6 پله (4یا 6 یا 12)
- نسبت پله ها 1:1:1:1
- ترانس جریان 200/5
- فاصله زمانی وصل پله به پله 20 ثانیه
- فاصله زمانی قطع پله به پله 20 ثانیه
- جدول هارمونیک 5
- هشدار های برنامه ریزی شده (cos) ، جایK و L برعکس بسته شده ویا اینکه بوسیله ژنراتور به مدار شهری جریان وارد میشود (SL) ضرفیت پله های بانک خازنی کم می باشد

شناسایی منو های رگولاتور

برنامه ریزی رگولاتور بوسیله صفحه کلید و نمایشگر در حالت دستی (man) انجام میگیرد و بعداز اتمام برنامه ریزی تغیرات انجام شده در حافظه باقی خواهد ماند

با فشار کلید man/auto رگولاتور ، برای چند لحظه از حالت اتوماتیک auto به دستی man و برعکس تغیر حالت می دهد
در حالت man ال ای دی مربوطه روشن میشود

افزاینده یا کاهنده

△

▽

با فشار دادن هر کدام از شستی ها در حالت man می توان مقدار نمایش داده شده را تغیر داد

cap تعریف قدرت پله اول اتوماتیک

با فشار دادن همزمان شاسی های cap و △ یا ▽ در حالت man می توان ظرفیت پله اول خازنی اتوماتیک را در مدار جهت عملکرد صحیح رگولاتور برنامه ریزی نمود

stage نسبت بین پله ها

با فشار دادن همزمان شاسی های stage و △ یا ▽ در حالت man می توان ظرفیت خازنی پله های بعدی را نسبت به پله اول بصورت (1:1:1:1 یا 1:2:2:2 یا 1:1:2:2 و ...) انتخاب نمود
(نسبت ها از یک پله تا چهار پله متغیر و از پله پنجم مشابه پله چهارم خواهد بود)

(توجه: پله های خازن قبلا بایستی برابر با این نسبت ها در نظر گرفته شود)

relay تعداد پله های خازنی

پارس

با فشار دادن همزمان relay و △ یا ▽ در حالت man می توان تعداد پله های خازنی فعال را برنامه ریزی کرد.

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

CT نسبت ترانسفورماتور جریان

با فشار دادن همزمان شاستی های CT و ▽ یا △ در حالت man می توان مقدار اولیه ترانسفورماتور جریان را برنامه ریزی نمود
(به عنوان مثال برای ترانسفورماتور جریا 500/5 بایستی عدد 500 را تنظیم نمود)

PF کسینوس فی

با فشار دادن همزمان شاسی های PF و ▽ یا △ در حالت man می توان ضریب قدرت یا کسینوس فی دلخواه را از 0/8 سلفی (ind) الی 0/8 خازنی (cap) برنامه ریزی نمود.

شایان ذکر است عدد مناسب بین 0/9 تا 0/99 سلفی (ind) می باشد

CT relay نشان دهنده نسخه برنامه

از آنجایی که دستگاه ها به مرور زمان برنامه هایشان تغیر یافته و کامل تر می شوند هر دستگاه به وسیله کد دستگاه مشخص می گردد . با فشار دادن این دو شاسی همزمان می توان شماره برنامه دستگاه pf6 را روی صفحه نمایشگر مشاهده کرد.

CT stage نشان دهنده ولتاژ

با فشار دادن همزمان این دو شستی در حالت auto می توان ولتاژ بین L2-L3 را مشاهده کرد

relay cap نشان دهنده جریان

با فشار دادن این دو شستی در حالت auto می توان جریان عبوری از فاز L1 را مشاهده کرد.

relay stage فاصله زمانی وصل پله به پله

با فشار دادن همزمان این دو شاسی ویکی از شاسی های ▽ یا △ در حالت man
می توان فاصله زمانی وصل پله به پله را از 10 تا 254 ثانیه تنظیم نمود

CT pf فاصله زمانی قطع پله به پله

با فشار دادن همزمان این دو شاسی و یکی از شاسی های ▽ یا △ در حالت man
می توان فاصله زمان قطع پله به پله را از 10 تا 254 ثانیه تنظیم نمود

relay pf تنظیم جدول هارمونیکی

با فشار دادن همزمان این دو شاسی و یکی از شاسی های ▽ یا △ در حالت man می توان حساسیت رگولاتور را از عدد 1 الی 8 جهت هارنونیک های مرتبه 5 الی 13 تغیر داد و در صورتی که افزایش هارمونیک شبکه بیش از مقادیر جدول باشد حرف H نمایان شده و پله های خازنی از مدار خارج خواهند شد .

پارس نیرو صنعت توس
www.parsnst.ir

تنظیمات پیشفرض رگولاتور

مرتبه هارمونیک		1	2	3	4	5	6	7	8
هارمونیک5	%	25	5	5	5	6	7	8	9
هارمونیک7	%	25	4	4.5	5	5	6	7	8
هارمونیک9	%	25	2	2	2	3	4	5	6
هارمونیک11	%	25	3	3	3	4	5	6	7
هارمونیک13	%	25	3	3	3	4	5	6	7

- درصد موجود در جدول بر مبنای ولتاژ 400 ولت و حساسیت اولیه رگولاتور بر روی عدد 5
- برنامه ریزی شده است

pf cap نمایش درصد هارمونیک ولتاژ

با فشار دادن همزمان این دو شاسی در حالت اتوماتیک auto می توان درصد هارمونیک های ولتاژ مدار از مرتبه 5 تا مرتبه 13 را بر روی صفحه نمایشگر مشاهده نمود

pf stage نمایش مقدار کیلو وار مصرفی

با فشار دادن همزمان این دو شاسی می توان مقدار کیلو وار (kvar) مورد نیاز جهت رسیدن به ضریب قدرت یا کسینوس فی تنظیم شده را محاسبه نمود

cap ct نمایش مقدار کیلو وات مصرفی

با فشار دادن همزمان این دو شاسی می توان مقدار کیلووات (KW) مصرفی شبکه با توجه به جریان مصرفی را مشاهده نمود .

هشدار های احتمالی و نحوه رفع آن

نوع هشدار	علت احتمالی	طریقه رفع هشدار
	- ولتاژ بین دو فاز کمتر از 300 ولت می باشد	- ولتاژ فازها و اتصالات کنترل گردد
SL-	- به ضریب قدرت برنامه ریزی شده در - مدت یک ساعت نرسیده است	- بانک خازن را کنترل کنید، در صورت - نیاز خازن اضافه کنید
COS	- جای سیم های L ,K اشتباه است و یا بوسیله - ژنراتور در مدار شبکه انرژی وارد می شود .	- از ترانس جریان با نسبت کوچکتری استفاده کنید. - یا ترمینال های L,K را کنترل کنید ودر صورت - اتصال کوتاه اصلاح گردد
0000	- ترانس جریان	

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

نوع هشدار	علت احتمالی	طریقه رفع هشدار
000	- ترانس جریان از مدار خارج گردیده است	- جریان عبوری از ترانس جریان صفر می باشد
U SP	- ولتاژ بین فاز های L3 , L2 از 15% از ولتاژ نامی کمتر است	- ولتاژ L3 , L2 را کنترل کنید
UESP	- ولتاژ بین فاز های L3 , L2 از 10% از ولتاژ نامی بالاتر است	- ولتاژ L3 , L2 را کنترل کنید
H	- مقدار هارمونیک مدار از حد مجاز تجاوز کرده	- بانک خازنی بایستی به سلفی خازنی تبدیل گردد. - در غیر اینصورت باید جدول هارمونیکی تنظیم گردد.

توضیح: جهت پاک کردن حرف H با فشار دادن همزمان دو شاسی relay و pf در حالت man می توان حرف H را پاک کرد.
(با توجه به اینکه جدول هارمونیک رگولاتور از عدد 1 تا 8 خارج نشده باشد)

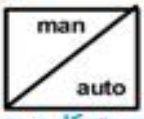
تست و آماده سازی رگولاتور برای عملکرد صحیح پس از اتصال به شبکه و نصب ترانسفورماتور جریان

این بخش در صورت لزوم جهت مطابقت اتصالات انجام شده با نقشه راهنمای پشت رگولاتور انجام می گیرد

در اجرای این بخش به نکات زیر توجه کنید :

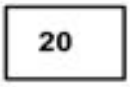
الف : ضریب قدرت یا کسینوس فی شبکه باید بین 0/65 الی 1 سلفی باشد
ب : جریان القا شده در طرف دوم ترانس جریان حداقل 0/6 امپر باشد

روش اجرا



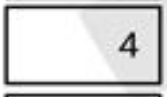
1: دکمه های و را همزمان فشار دهید . علامت CH-1 به مدت یک ثانیه نمایان شده و پاک می گردد حال رگولاتور جهت کار صحیح حاضر می باشد.

2: پس از انجام مرحله فوق جهت اطمینان از نصب صحیح عملکرد رگولاتور را در حالت اتوماتیک قرار داده و دکمه های را همزمان فشار دهید یکی از آلارم های زیر نمایان خواهد شد

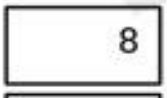


- عدد 20 نشان دهنده آن است که جریان طرف ثانویه ترانس جریان کم بوده و بند (ب) رعایت نشده
- و با افزایش جریان (تعویض CT به شماره کوچکتر) از مرحله اول تکرار کنیم
-

- عدد صفر نشان دهنده آن است آماده سازی رگولاتور صورت گرفته و اتصال انجام شده مطابق نقشه پشت رگولاتور می باشد

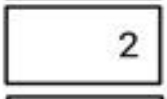


- K , L ترانس جریان عوض شده و ترانس جریان در فاز L1 است.

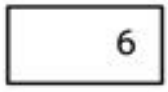


- ترانس جریان در فاز L2 است .

- K , L ترانس جریان عوض شده و ترانس جریان در فاز L2 است.



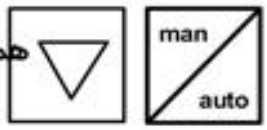
- ترانس جریان در فاز L3 است .



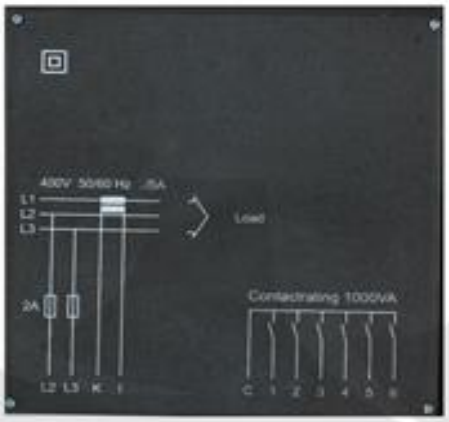
- K , L ترانس جریان ترانس جریان درفاز L3 است

پارس نیرو صنعت توس
www.parsnst.ir

توضیحات : پس از برطرف نمودن آلارم های فوق برای بازگرداندن رگولاتور به حالت اولیه (reset) دو دکمه



همزمان فشار داده شود و مجددا مرحله 1 اجرا گردد .



وایرینگ

5: یک پروژه عملی بانک خازن با توجه به قبض برق

جدول factor F

مثال:

قدرت قراردادی $P = 80\ KW$

ضریب توان اولیه $COS\varphi = 0.88$

ضریب توان مورد نیاز $COS\varphi = 0.98$

$F = 0.34$

$Q_c = P\#(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)$

$F = (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)$

$Q_c = P\# F$

مقدار خازن مورد نیاز ⟹ $Q_c = 80KW\# 0.34 = 27.2(KVAR)$

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

6: محاسبه مقدار کاهش هزینه برق

بررسی مختصر اقتصادی خازن گذاری

مصرف توان راکتیو هزینه هایی برای مصرف کننده گان دارد این هزینه ها شامل :

1: هزینه توان راکتیو
2: افزایش بهای در اثر جریمه مصرف توان راکتیو
3: افزایش بهای دیماند در اثر اجریمه توان راکتیو

هزینه برق مصرف کننده برق مصرف کننده بصورت زیر محاسبه می شود :

ضریب زیان $$Loss\,ratio = \frac{0.9}{COS_{(avg\,load}} - 1$$

هزینه کل = بهای راکتیو مصرفی + (بهای اکتیو مصرفی + بهای دیماند) * (1+ضریب زیان)

درصورت جبران سازی هزینه برق به مقدار زیر کاهش میابد:

هزینه کل = بهای اکتیو مصرفی + بهای دیماند

یعنی با نصب خازن:

بهای راکتیو مصرفی+(بهای اکتیو مصرفی + بها دیماند) * ضریب زیان

از هزینه برق کاهش می یابد

بها اکتیو (جمع سه مبلغ)

19.202.010

بها راکتیو

371.331

ضریب زیان

0/012

بها دیماند

3/401.632

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

بها اکتیو 19.202.010

بها راکتیو 371.331

بها دیماند 3/401.632

ضریب زیان
0/012

هزینه برق مصرف کننده برق مصرف کننده بصورت زیر محاسبه می شود :

$$Total\ cost = 371.331 + (19.202.010 + 3.401.632)\ \#\ (1 + 0/012) = 23.246.216$$

درصورت جبران سازی هزینه برق به مقدار زیر کاهش میابد:

$$Total\ cost = 19.202.010 + 3.401.632 = 22.603.642$$

یعنی با نصب خازن این مقدار هزینه کاهش میابد

$$Total\ cost = 371.331 + (19.202.010 + 3.401.632)\ \#\ 0/012 = 642.475$$

نکته :

بدهکار عوارض برق مالیات برارزش افزوده تجاوز از قدرت آبونمان

هزینه های دیگر $cost = 90.000 + 687.073 + 2.130.936 + 321.300 + 25.062.526 = 28.291.835$

هزینه برق $Total\ cost = 371.331 + (19.202.010 + 3.401.632)\ \#\ (1 + 0/012) = 23.246.216$

مقدار کاهش هزینه بعد از خازن گذاری 687.073+642.475 = 1.289.548

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir

نمونه چند تابلو بانک خازن

پارس نیرو صنعت توس

نمونه چند تابلو بانک خازن

پارس نیرو صنعت توس

پارس نیرو صنعت توس

www.parsnst.ir