

الکترونیک

قدرت 2 عباسزاده



(power electronics II)

1 AC → DC ← الکترونیک صنعتی ← تلفاز، 3 فاز، چند فاز

2 DC → DC ← الکترونیک قدرت I

3 DC → AC ← الکترونیک قدرت II : موتور ماشین AC، کوره القایی، سبدهای انتقال

4 AC → AC ← " " : ترانسفورماتور، مبدل، مبدل، مبدل، مبدل

انورهای مبدل

مبدل های AC → DC یک صفی در توان بالا (MW) کاربرد دارند در بخش اول این دوره همراهِ سید

جهت مطالب :

فصل اول :



1-1 مبدل های AC → DC توان بالا

- 34 } مبدل های دولی
- 34 } متن از 34
- 34 } مبدل های ترانسوری
- 34 } متن از 34

IEEE papers & بیان نام دارند

- 1-2 مبدل های AC-DC توان پایین
- 1-3 مبدل های AC → DC سوئیچینگ و سبدهای (تلفاز و 3 فاز)

(نوعی است)

انورتر DC → AC

فصل دوم:

فصل 5 کتاب - استاد

1-2 - لغات

2-1-1 - انواع ساخت و ...
 } تمام به

2-1-2 - روش های مختلف تولیدی و PWM

2-2-34

2-2-2 - انواع مدل های در انورتر 3 فاز

2-2-1 - سری به

2-2-3 - SV PWM - انورترهای منبع امپالس ← IEEE

2-3-5 - انورترهای 4 ساق (UPS)

فصل سوم: انورترهای توان بالا ← High power converter (Binwue)

انورترهای چند سطحی

1 - Diode clamp ... 2 - capacitor ... 3 - H-bridge

4 - انورترهای 5 ساق از 3 فاز (5 فاز) 5 - انورتر 4 ساق دو ستاره

IEEE papers

فصل چهارم: AC → AC

حوزه های کاربرد

1 - یادآوری روش های AC-AC 2 - سلول های توان 3 - سایر فناوری ها

References :

Rashid

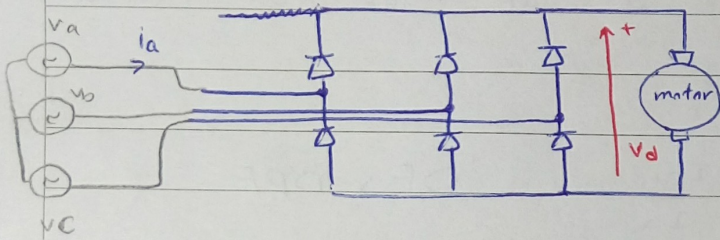
8-6 نمونه پروژه
 12-14 " بیان کنم

- 1. High power converters Binwue
- 2. انورتر قدرت عباس زاده
- 3. power Electronic Basse

فصل اول : AC → DC توان ناله

Six-pulse diode rectifier :

تغذیه صنعتی به وسیله توان ناله (X) 3 فاز
 نیمه پل ✓
 تمام پل X



در ورودی ، پارامتر DV برای ما مهم است

در ورودی PF و توزیع هارمونیک برای ما مهم است

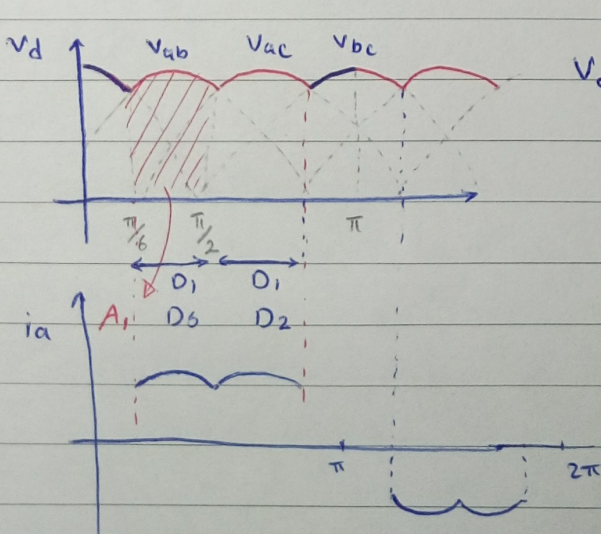
کاربرد توان های ناله : Run کردن یک موتور به DV خوبی زیاد اهمیت دارد زیرا حتی ماشین ناله است

صفحه 49 bank ← دیاگرام رسم شده است.

$$V_a = \sqrt{2} V_{ph} \sin(\omega t)$$

$$V_b = \sqrt{2} V_{ph} \sin(\omega t - 2\pi/3) \rightarrow V_{ab} = V_a - V_b = \sqrt{2} V_{LL} \sin(\omega t + \pi/6)$$

$$V_c = \sqrt{2} V_{ph} \sin(\omega t + 2\pi/3)$$



$$V_{d0} = \frac{\text{area } A_1}{\pi/3} = \frac{1}{\pi/3} \int_{\pi/6}^{\pi/2} \sqrt{2} V_{LL} \sin(\omega t + \pi/6) d(\omega t)$$

$$= \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_{LL} = 1.35 V_{LL}$$

حالت بارکنده " ۷۵ و ۵۲ است ، هارمونیک های نهم در داخل ترانس می خورد ، مطابق

مبارکین برای مدل هارمونیک های ۱، ۵، ۷، ۱۱، ... باقی می ماند.

$$I_a = \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (i_a)^2 d(\omega t) \right)^{1/2} = \left(\sum_{n=1,2,\dots} I_{an}^2 \right)^{1/2}$$

$$THD = \frac{\sqrt{I_a^2 - I_{a1}^2}}{I_{a1}}$$

I_{a1} : The rms value of the fund. current.

$$\begin{cases} P = V_a I_{a1} \cos \phi_1 \\ S = V_a I_a \end{cases}$$

$$\rightarrow PF = \frac{P}{S} = \frac{I_{a1} \cos \phi_1}{I_a} = \overset{\text{distortion factor}}{DF} \times \underset{\text{displacement power factor}}{DPF}$$

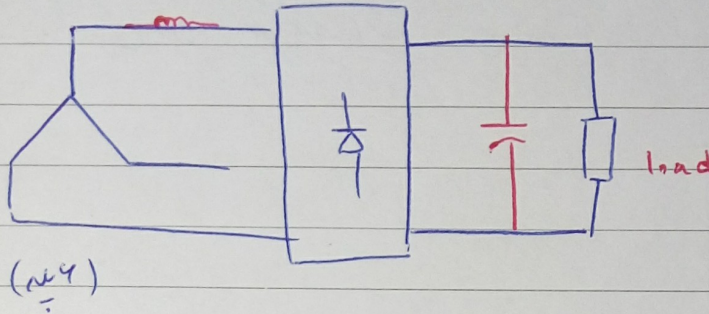
$$\left(PF = \frac{DPF}{\sqrt{1 + THD^2}} \right)$$

displacement power factor.

در اینجایی مدل ها ، ۳ مورد صحنی مهم است :

۱. THD ، ۲. PF ، ۳. مرتبه بارکنده هارمونیک (۱)

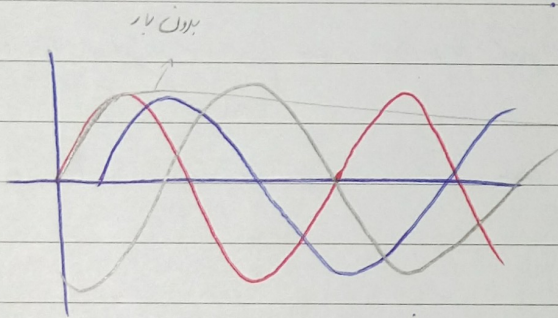




✓ در حوازم نامی خازن روی یونانی
و سار و جریان حوضی برای نسیم

(شکل ۲)

فرض نسیم سبیل دودی با خازن بدون بار داشته باشیم :



هر چند جریان بار بزرگتر باشد ، بازه هدایت دود

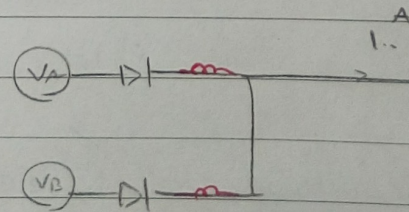
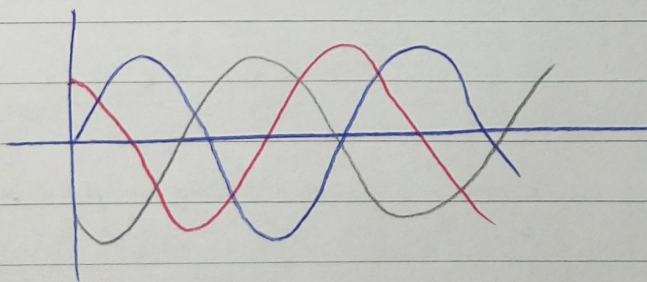
بیشتر گراهد شد . از دید منبع ، بد منبع AC → DC ، بار دار باشد بهتر است یا بی بار ؟

بنابراین بهترین حالت هدایت 120° دید است تا بیشترین مقدار را در لحظه اصلی داشته باشد

نداشتن خازن از دید بار ، بهبود ایادی نمید ، دلیل را می کرد دلی از دید منبع بدتر است و جریان بالایی ایادی نمید

✓ بررسی اثر اندوکتانس :

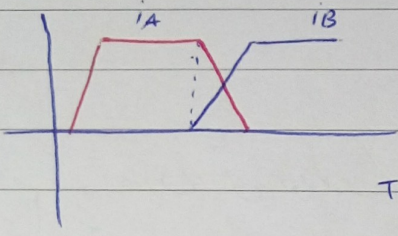
با فرض جریان بار نسیم :



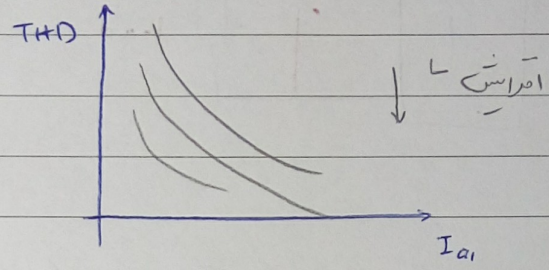
بدون سلف در جریان به صورت نامنابانی سوچ گراهد کرد لای B ، اگر سلف باشد ، تغییرات نامنابا ندراریم

POWEREN.IR
در حوازم نامی خازن روی یونانی

جریان



در مدارهای توان بالا، بزرگتر شدن بهر لحظه و وسیع است تا بار!

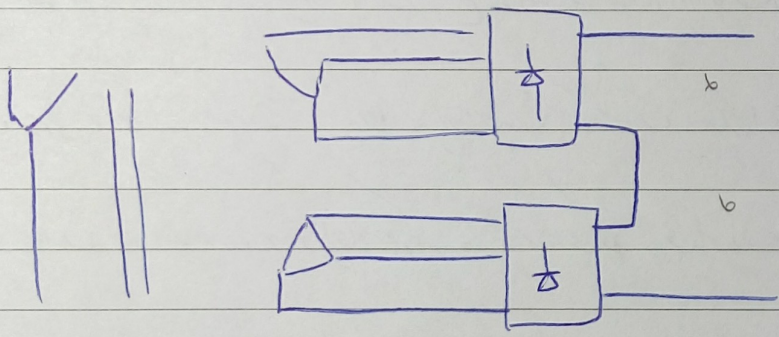


مبارزه این اثرات با $L_s \leftarrow$ THD است، از دید وسیع است.

از دید P.F. هر چقدر L_s زیاد شود \leftarrow P.F. بهتر می شود.

$$P.F. = \frac{I_{a1}}{I_a} \cos \phi$$

۱۲ پایه :



اصولاً فاز 3 در دسترس

از بین صورتها، روشی ۱۲ پایه، ۱۱ است. هم از نظر THD هم پروفایل استود باقی می ماند.

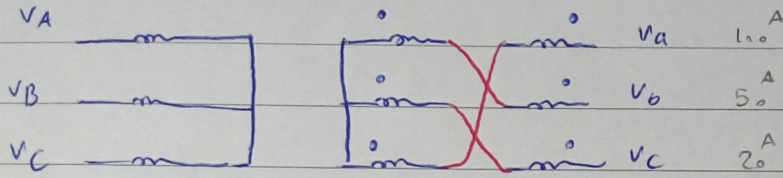
سرمه بالایی نیاز دارد.

در حالت P.F. در حالت ۱۲ پایه، با اثرات L_s بزرگتر می شود. چرا؟

در حالت ۱۲ پایه، چون L_s خود پروفایل جریان صاف تر است پس پهنای باند کمتری دارد و اضافه کردن L_s

باعث اینست که بار از دیدش می شود به خوبی است و یکی در 3 فاز، تعداد پروفایل جریان بد بود.

در بارهای مشابه در صنعت است



توانسن Z :

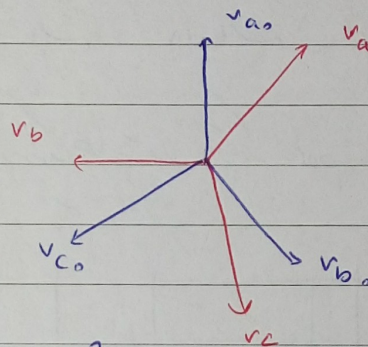
$$\vec{V}_a = -\frac{1}{2} \vec{V}_B + \frac{1}{2} \vec{V}_{a_0} \quad (\text{فازبردگی})$$

$$V_b = \frac{-V_{a_0}}{2} + \frac{V_{b_0}}{2}$$

کاربرد توانسن Z :

$$V_c = -\frac{1}{2} V_{b_0} + \frac{1}{2} V_{c_0}$$

در مسافت سازی بارها



با مسافت است.

به جای اینسه از یک فاز مثلا "A" و بقیه 5 در بگذرد. توانسن Z باعث می شود توان بین 3 فاز حدودی تقسیم شود به ترتیب با مسافت شود.

کاربرد دیگر، تولید اختلاف فاز بین دو شبکه ای به هم می رسند

در صورت اتصال کوتاه
سبب ورود جریان (مطلوب)

fundamental frequency (I_{L1})

محد استاندارد 519

1992

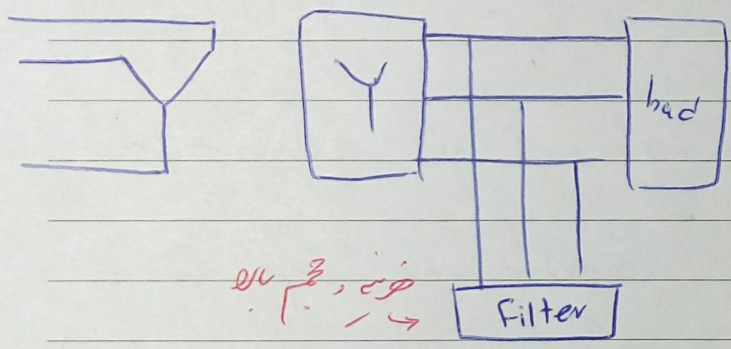
I_{sc}/I_L	$h < 11$	$11 < h < 17$	$17 < h < 23$	$23 < h < 35$
< 20	4	2	1.5	0.6
< 50				

دانه‌ها رزونانس

بر اساس محدوده حریک ، از ۶ تا ۱۲ پایه ، ۱۸ تا ۲۰ پایه می‌رویم (harmonic content)

و این دانه‌ها سفت‌تر از فیلتر است که استاندارد‌ها را می‌نویسند و به کمک آنها می‌توانیم در توان‌های بالا (موتور)

خوبتر و فضای مورد نیاز بسیار زیاد است.



خوبتر و حجم بالا

(تاثیر دما هم بررسی شده است)

در ۱۸ پایه ، این هارمونیک ظاهر شده ، ۱۷ و ۱۹ است . (در ۱۲ پایه ، ۱۱ بود)

محد برسی می‌شود که اثراتش اندک‌تر است . THD را هم می‌توانیم بررسی کنیم و PF را حساب می‌کنیم .

یکی از کارهای این مدل‌ها درستی است . و می‌توانیم آنها را درستی کامل‌تر متغیر است .

book p.66 → 24

ترسیدی ؟

THD = 1.49 / (پهنای باند) PF از زوای این ناگه می‌توانیم بررسی کنیم

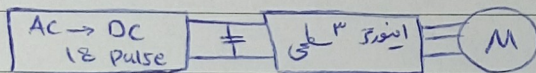
تغییر می‌کنیم تغییر باز مولفه اصلی (دانه‌ها مولفه اصلی تغییر نموده است)

در عمل زاویه آتش و دافنه بار، روی سیستم شدن جریان نقش دارد. (ببین)

در عمل های مختلفی، کمتری روی روشن ماندن و خاموش شدن وجود داشته و بی بار است. در عمل، لذا زاویه

آتش هم روی harmonic content موثر است. \rightarrow بی بار کارکرد های AC-DC conv.

استانداردهایی که مطرح شد فقط برای شده است و مثلاً برای بی نشی تقاروت است زیرا در شبکه یک درین ناصد بار یا نبودن، اصولاً (LS) داریم و عمل است مثلاً هارمونیک مرتبه ۱۱ مکتوب، در شبکه با هم در... لذا استانداردها فرق دارند

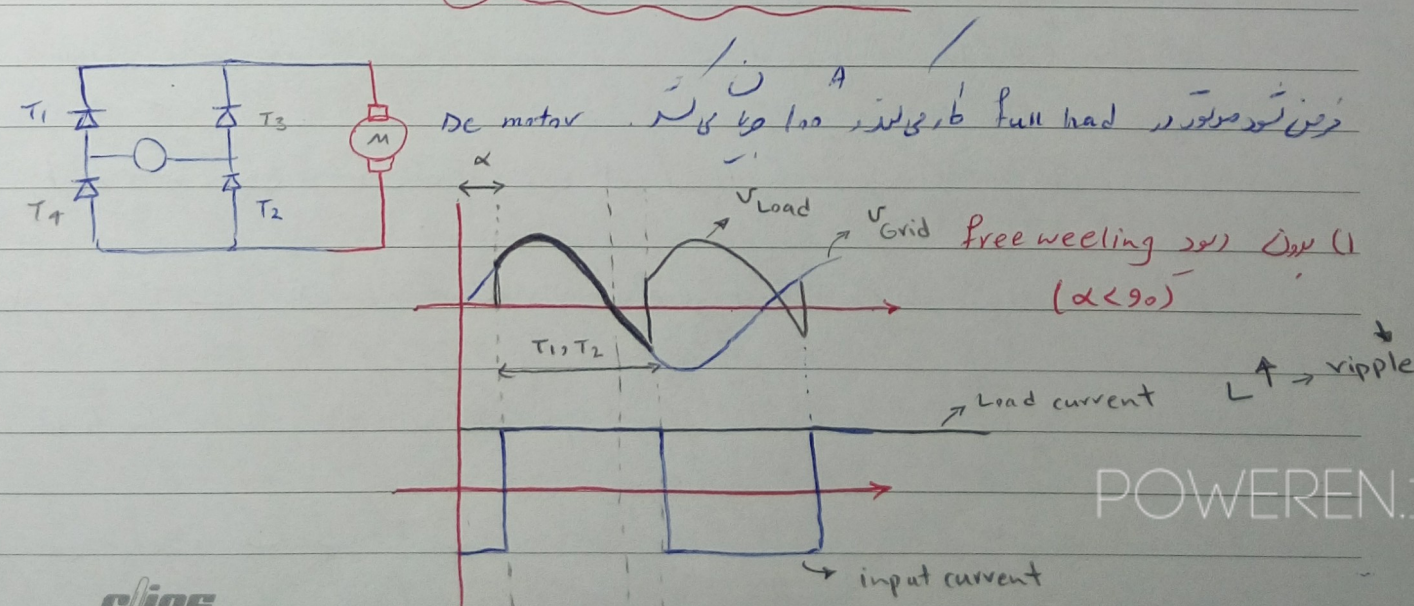


ادامه ترسوی: α هم روی جریان rms ($\cos \alpha$) و هم روی مولفه های هارمونیک موثر است

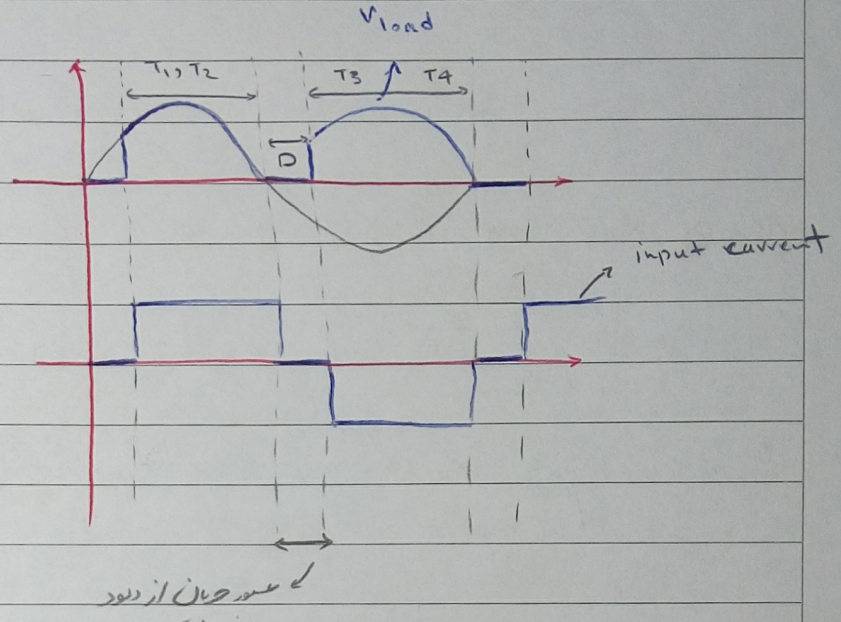
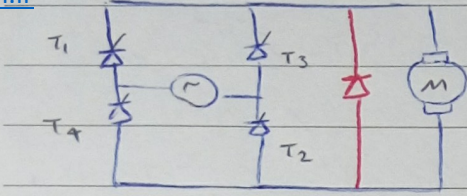
زاویه آتش (α) هم روی PF موثر است زیرا ϕ را تغییر می دهد. (در حالتی که بار سوسمه است)

کریبی کدعم

۲ عامل در سیستم شدن جان منبع موثر است: زاویه آتش و به سمت است کدعم، احتمال تستی سوسمه (در تمام سوسمه تحت شده است) دافنه بار



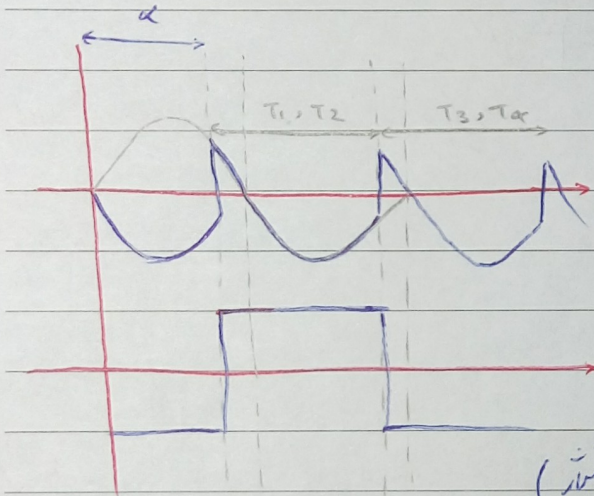
۲- اضافه شدن دiod فری دیك ($90 < \alpha$)



از بدست آوردن برداشته pF , THD

امپدانس می باشد

۳- بدون دiod فری دیك ($90 > \alpha > 180$)



T_1, T_2 هدایت می کنند + جریان از منبع می کشد

$P = ?$

$P = (\text{هارمونیك اوله جریان} \times \text{ولتاژ}) + (\text{ساره هارمونیك} \times \text{ولتاژ})$

$P = U_1 I_1 \cos \varphi < 0$

بنابراین ماشین حالت ژنراتوری خواهد داشت، ولتاژ ترمز می کشد ($90 < \alpha < 180$)

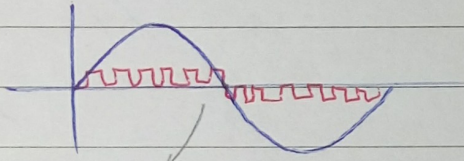
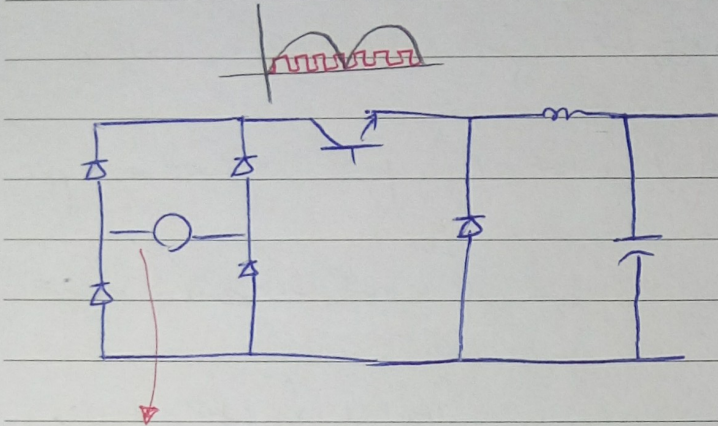
از بدست آوردن مدل ژنراتوری بدون دiod فری دیك عمل می کند (α کم باشد، بهتر است)

Figure 4.3.1 ← ۱۲ با سوره ژنراتوری (Figure 4.3.3) ← ترمز کننده باشد

(۱۸ و ۲۹ با سوره هم مطالعه کرد)

کلید به دiodی است که می تواند DC متغیر خود را به دiod ژنراتوری استفاده کرده هم کند

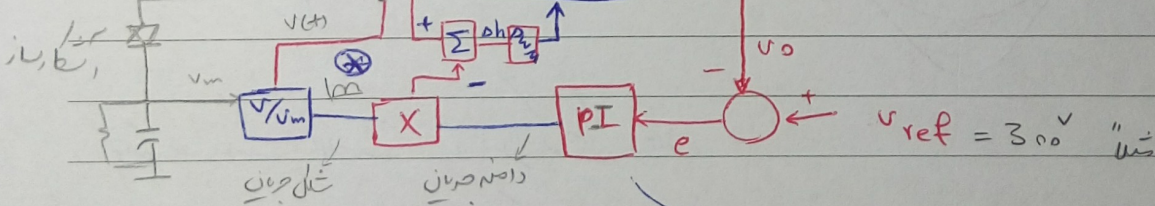
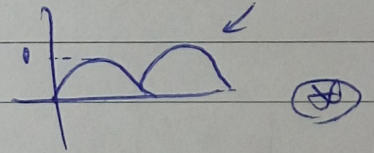
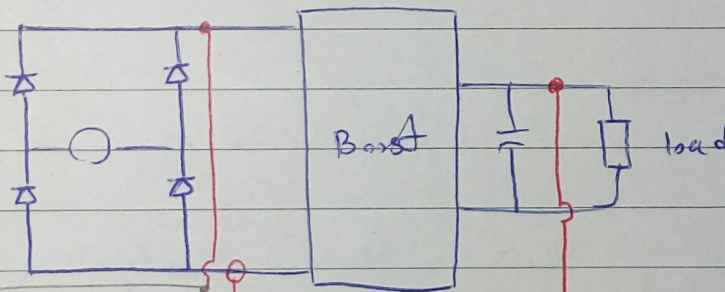
در صورتی که Back مدار در هم :
 دامنه جریان ← فیدبک از خروجی
 سگنال جریان ← u از ورودی



فرمات صورتی به منبع

19 مدار → ولتاژ مورد نیاز
 Boost

گر لولت شده



تغییر دینامیک سوییچ → باید $|\Delta h|$

$$e(t)dt + e$$

فرض شود، جریان بار ۱۰ آمپر، این ناخالصی جریان ۱۰۰ آمپر شود، جریان به سرعت تخفیف شده، این فرکانس

کرنی بالا، طول می کشد تا جریان کمزور این دینامیک ناخوب است. طره های مختلفی می توان اینم داد.

- 1) peak current control → اختیاری است
- 2) Average current control → "

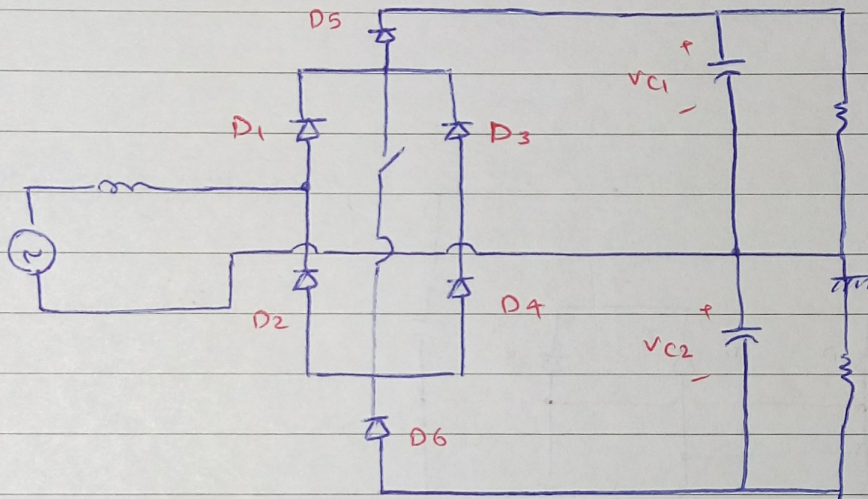
Power Electronics

این 4 روش مطالعه شود فقط در صورت PWM فرکانس دارند.

4) Hysteresis control

✓ روش دیگری

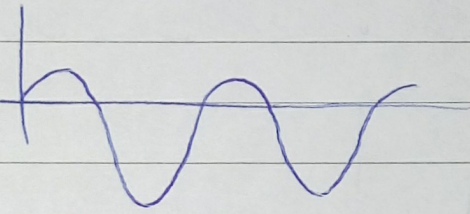
میان از سلف اتصال کوتاه شده است که به سلف در β در β



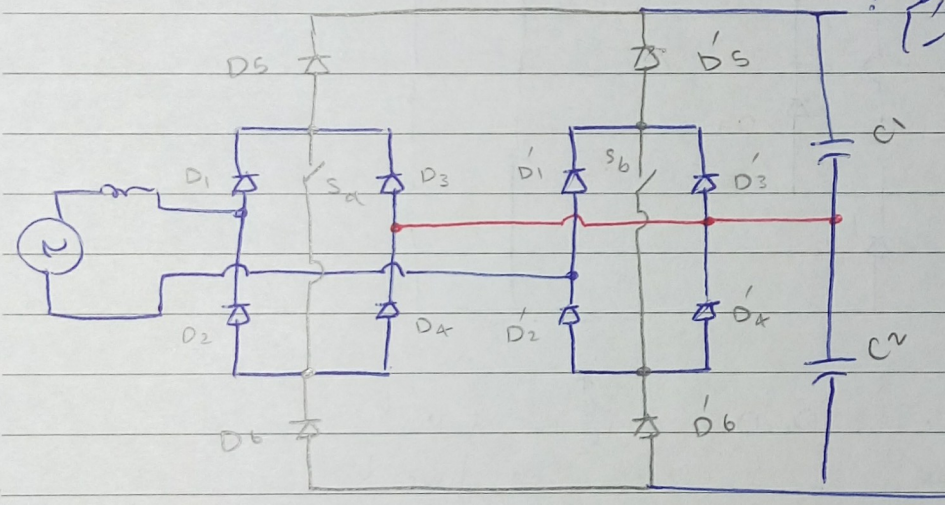
$V_S > 0$ → کلید روشن D_1, D_4 → سلف سلف $i_l \uparrow$ → $\begin{cases} V_{C1} \downarrow \\ V_{C2} \downarrow \end{cases}$
 $V_S < 0$ → کلید خاموش D_1, D_5, C_1 → سلف سلف $i_l \downarrow$ → $\begin{cases} V_{C1} \uparrow \\ V_{C2} \downarrow \end{cases}$

$V_S < 0$ → کلید روشن D_2, D_3 → سلف سلف $i_l \uparrow$ → $\begin{cases} V_{C1} \downarrow \\ V_{C2} \downarrow \end{cases}$
 $V_S > 0$ → کلید خاموش C_1, D_6, D_2 → سلف سلف $i_l \downarrow$ → $\begin{cases} V_{C1} \downarrow \\ V_{C2} \uparrow \end{cases}$

۱. در نیم سیکل اول ، روی V_{C2} هیچ سیم پیچی نداریم و چنان است خازن را در گورد و بر عکس
 ۲. اگر بار نامشمار باشد ، مثلاً یکی 5^A و دیگری 5^A . چنانچه از منبع عبور می کند ، به معنای
- حفاظت بود و هارمونیک های زوج ... فراهم است



برای رفع این مشکلات داریم :



(Vienna converter)

i_s, v_s, S_o	S_a	S_b	مسیر عبور جریان	i_s	V_{C1}, V_{C2}
	on	on	$D_1, S_a, D_4, D'_3, S_b, D'_2$	↑	↓ ↓
	off	off	$D_1, D_5, C_1, C_2, D'_6, D'_2$	↓	↑ ↑
	on	off	$D_1, S_a, D_4, C_2, D'_6, D'_2$?	↓ ↑
	off	on	$D_1, D_5, C_1, D'_3, S_b, D'_2$?	↑ ↓

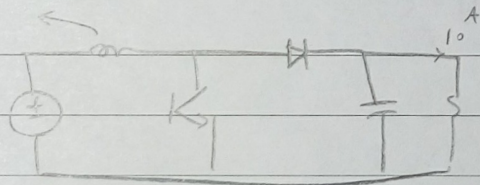
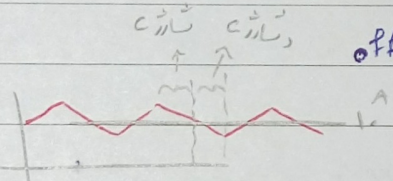
بررسی حالت قطع و اتصال :

V_{s1} و i_{s1}

در صورت اتصال کوتاه درایع می توانیم
از طریق خازن می توانیم خود را محافظت کنیم

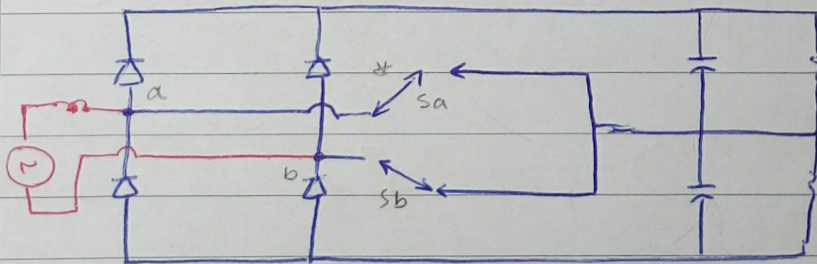
S_a	S_b	قطر	i_s	V_{C1}, V_{C2}
on	on	$D_1 S_b D_4 D_3 S_a D_2$	↑	↓ ↓
off	off	$D_1 D_5 C_1 C_2 D_6 D_2$		↑ ↑ (*)
on	off	$D_1 D_5 C_1 D_3 S_a D_2$		↑ ↓
off	on	$D_1 S_b D_4 C_2 D_6 D_2$		↓ ↑

قطع است



(*) این خازن شارژ می شود یا دشارژ، بستگی به مدار دارد

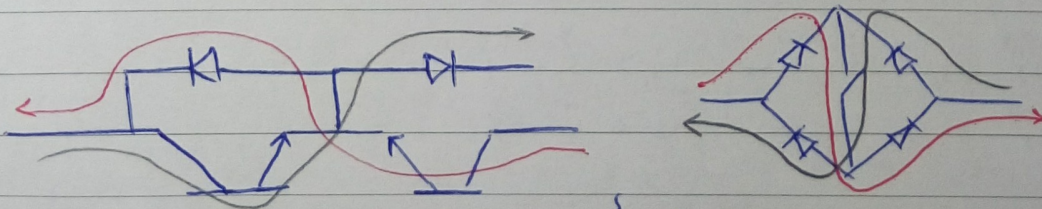
دارد، هر دو حالت ممکن است.



این سوییچ دو طرفه فرکانس بالا

این مدار عملکرد مشابه مدار قبلی را دارد.

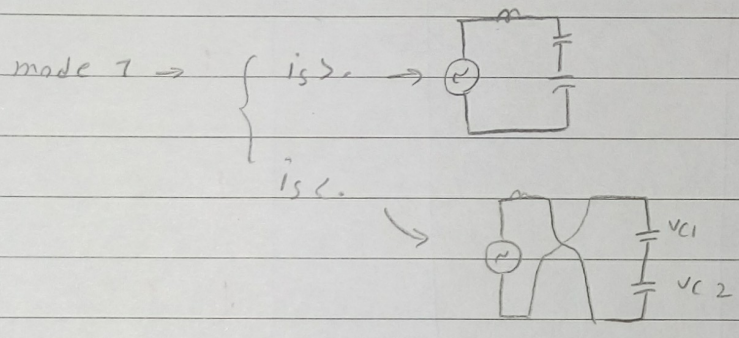
در ادامه است.



دو طرفه

دو نوع سوییچ دو طرفه

mode	s_a	s_b	$i_{s>0}$	$i_{s<0}$
1	0	0	$(v_{c1} + v_{c2})$	$-(v_{c1} + v_{c2})$
2	1	0	v_{c2}	$-v_{c1}$
3	0	1	v_{c1}	$-v_{c2}$
4	1	1	0	0



حل معادلات دیفرانسیل مربوط، می‌تواند $\frac{dis}{dt}$ را بدست آورد.

$$\frac{dis}{dt} = \begin{cases} \frac{1}{L_s} (-L_s i_s - v_{c1} - v_{c2} + v_s) & i_{s>0} \\ \frac{1}{L_s} (-v_s i_s + v_{c1} + v_{c2} + v_s) & i_{s<0} \end{cases}$$

سگنال‌های کنترلی:

$$d_1 = \begin{cases} 1 & i_{s<0} \\ 0 & i_{s>0} \end{cases}$$

comparator

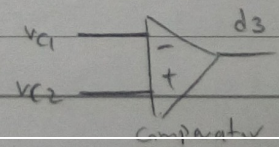
اگر در میرش خازن باشد، همگرا سلف دشارژ خواهد کرد.

$$d_2 = \begin{cases} 1 & i_s^* - i_s < -h/2 \rightarrow i_s > i_s^* + h/2 \\ 0 & i_s^* - i_s > h/2 \rightarrow i_s < i_s^* - h/2 \end{cases}$$

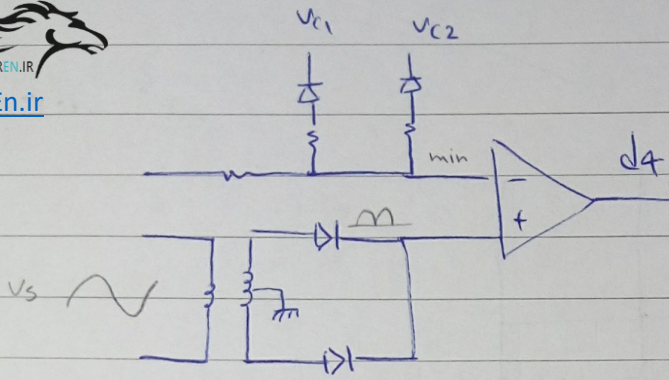
set point

سلف بار دشارژ شود. "شارژ شود"

$$d_3 = \begin{cases} 1 & v_{c1} < v_{c2} \\ 0 & v_{c1} > v_{c2} \end{cases} \quad d_4 = \begin{cases} 1 & |v_s| > \min(v_{c1}, v_{c2}) \\ 0 & |v_s| < \min(v_{c1}, v_{c2}) \end{cases}$$



منبع در وضعی هست که همگرا سلف، می‌تواند خازن شارژ کرد.



d_1	d_2	d_3	d_4	Mod	S_a	S_b
0	0	0	0	4	1	1
0	0	0	1	2	1	0
0	0	1	0		1	1
0	0	1	1		0	1
0	1	0	0		1	0
0	1	0	1		0	0
0	1	1	0		0	1
0	1	1	1		0	0
1	0	0	0		0	1
1	0	0	1		0	0
1	0	1	0		1	0
1	0	1	1		0	0
1	1	0	0		1	1
1	1	0	1		0	1
1	1	1	0		1	1
1	1	1	1		1	0

بفرضه
→ ?
حالت C2 شده

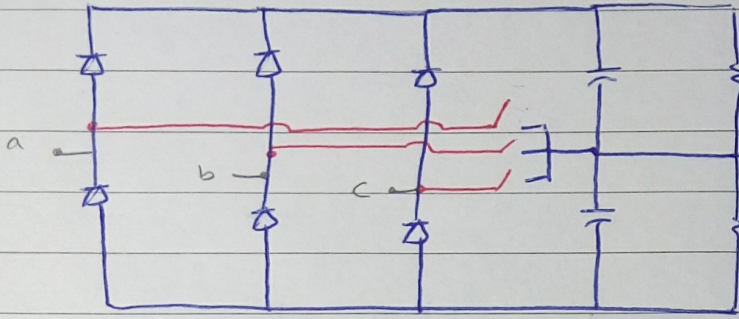
5a)

$d_3 d_4$ / $d_1 d_2$	00	01	11	10
00	1	1	0	1
01	1	0	0	0
11	1	0	1	1
10	0	0	0	1

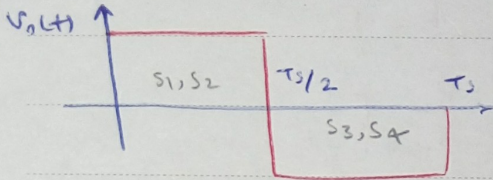
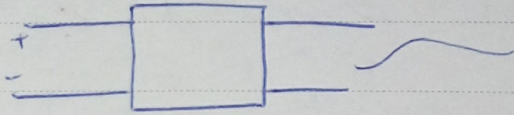
$$S_a = \bar{d}_1 \bar{d}_2 \bar{d}_3 + \bar{d}_2 \bar{d}_3 d_4 + d_1 d_3 \bar{d}_4$$

$$+ d_1 d_2 d_3$$

POWEREN.IR
(توسط AVR و FPGA)



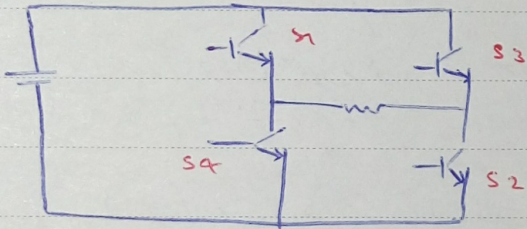
« انوورهاها »



$$v_o(t) = V_0 + \sum V_n \sin(n\omega t + \phi_n) = v_1(t) + v_3(t) + \dots$$

تفسیر T_s ← زمان مورد نیاز

$$V_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2} \quad \phi_n = \tan^{-1} \frac{b_n}{a_n}$$



✓ انوورده ← منبع ولتاژ : S_1, S_2 میان ولتاژ دین خروجی
ولتاژ همای با سگ دین خروجی
منبع جریان : صرف میان سوسوی است

$$P = \frac{1}{T_s} \int_{T_s} v_o(t) i_o(t) dt = \frac{1}{T_s} \int_{T_s} (v_1 + v_3 + \dots) \left(\frac{v_1}{R} + \frac{v_3}{R} + \dots \right) dt$$

$$\begin{cases} V_{im} = \frac{4}{\pi} V_{dc} \\ I_{im} = \frac{4}{\pi R} V_{dc} \end{cases} \rightarrow P = \frac{1}{2} V_{im} I_{im} \rightarrow P_i = \left(\frac{4}{\pi} \right)^2 V_{dc}^2 \frac{1}{2R}$$

THD :

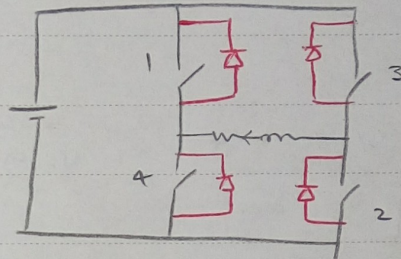
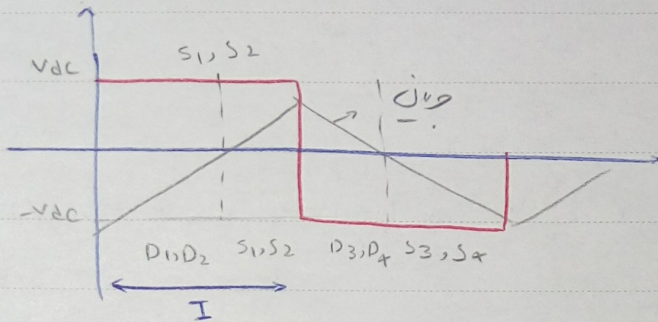
$$V_{RMS}^2 - V_1^2 = (V_3^2 + V_5^2 + \dots) \rightarrow THD = \frac{(V_3^2 + V_5^2 + \dots)^{1/2}}{V_1} = \frac{\sqrt{V_{rms}^2 - V_1^2}}{V_1}$$

در بخش انوورهاها، علاوه بر انوورده، از این هارمونیک فرکانس نیز فرکانس است (LOH) low order harmonic

رشته از این هارمونیک فرکانس نیز صنی هم است زیرا حذف هارمونیک های بالا راحت تر است صحت (ضریب کوچک)

مقدار زیادی داشته باشد

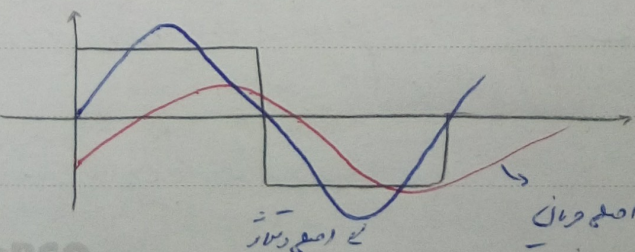
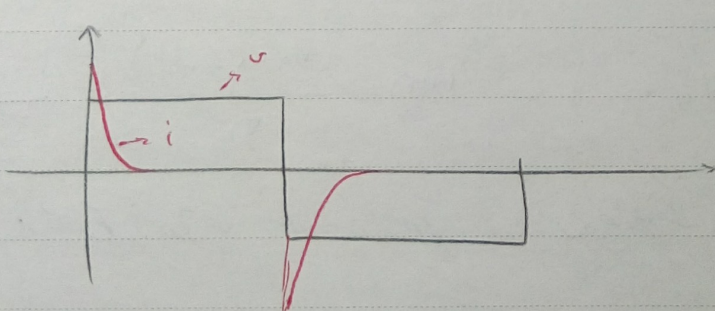
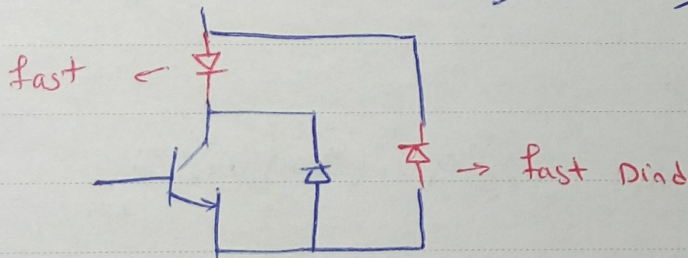
در RL : فزون شود $L \gg R$: جریان در حالت پایداری



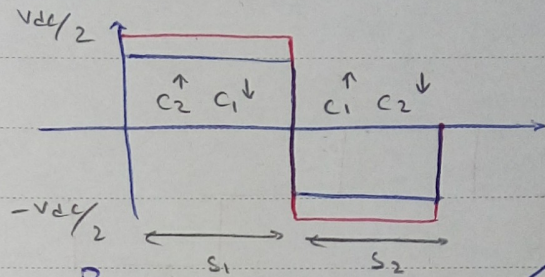
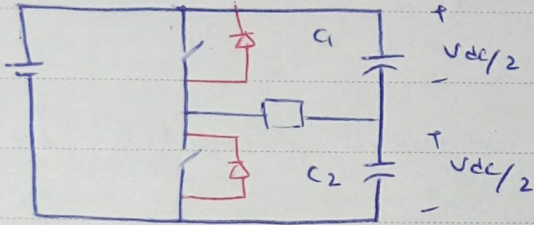
کلی دلود هرگز کرد نوشته تا هم، نوع صبی S_2 و S_1 خواهد بود : زیرا تقوای نامهای صبی در RL مداریم لذا جهت صبی تقوی ملود، لذا زود سدج ساز داریم تا جریانی صبی را عبور دهند.

در بازه I جریانی به S_2 توان داد ولی تلفات اضافی خواهد داشت در مدار gate بر در

حالت D_1, D_2 ساز به توان بست. بنابراین هر موقع جریانی صفر شد، جریانی توان به S_1 و S_2 داد.



مدل مذکور شده، یک مدار نیم پل هم داریم.



$$C \frac{dv_c}{dt} = I_L$$

برای I در مدار

در هر یک از این دو حالت در ادامه داریم

$$C \frac{\Delta v_c}{\Delta t} = I_L \rightarrow C = \frac{I_L \times T_s/2}{\Delta v_c}$$

داریم (اگر این دستور)

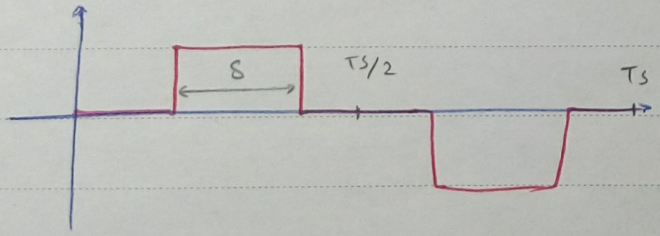
سویچ‌های تمام پل داریم و می‌توانیم

$$P_1 = \frac{4V_{dc}}{\pi} \times \frac{4V_{dc}}{\pi R} \times \frac{1}{2}$$

$$\rightarrow (P_1 = 4 \times P_{نیم پل})$$

$$P_1 = \frac{4V_{dc/2}}{\pi} \times \frac{4V_{dc/2}}{\pi R} \times \frac{1}{2}$$

داده را چون می‌توان تغییر داد PR



$$V_o(t) = \sum \frac{4V_{dc}}{n\pi} \sin \frac{n s}{2} \sin n\omega t$$

bank → p. 120 (H-bridge inverter) chapter 7

$$m_a = \frac{\text{دافته سنجش سینوسی}}{\text{دافته دندانه اری ای}} = \text{اندوس مدولاسیون} < 1$$

 (دافته دندانه اری ای همواره 1 است)

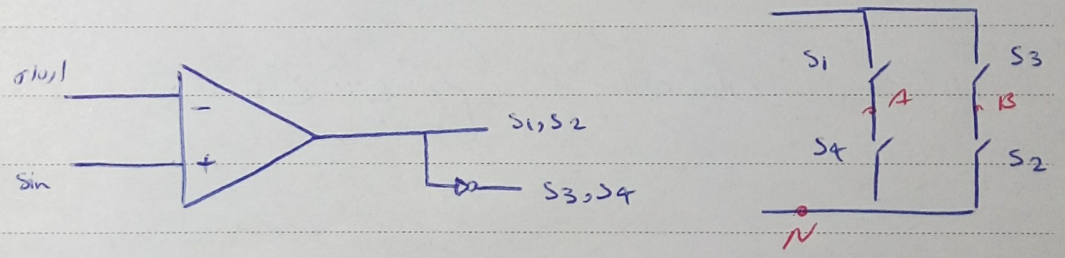
$$m_f = \frac{\text{فردکان دندانه اری ای}}{\text{فردکان سینوسی}}$$

 Bipolar روش اول

IC 555 ← می توان سینوسی را ساخت (sin) → دندانه اری ای

حلونه سنجش ref, car, بوتولیم نیم ← IC ها (که زیاد مطلوب نیست)

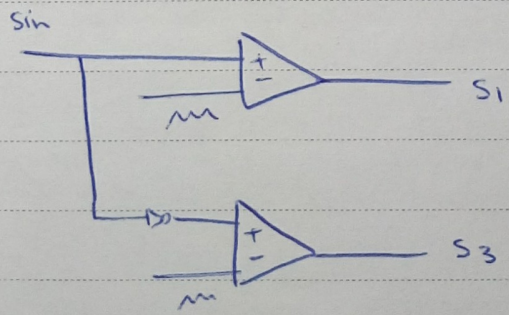
DSP باید بلوک سینوس و دندانه اری ای



هر چه m_f بیشتر باشد، فردکان کوچک بالا می آید، و سیم ها در نهایت فراختر می شود و حذف

آن راحت تر است. هر چه تلفات صدزنی $(15 < m_f < 10)$

بیشتر خواهد شد. لذا رنج معائن تقریباً حدوده را تا همین می کشد.



روش دوم: unipolar

چه تقادتی با روش قبل داشت و

طیف هارمونیک جابجایی است (امواج دینامیک هارمونیک) و بنابراین از تقویم هارمونیک بهره‌مند است

و لذا از Bipolar بهره‌مند است. هر چند فون آن مثل تر است.

✓ آیا می‌توان ma را از π بزرگ کرد؟ چرا محدود کرده‌اند؟

صدای $v_{oc} \times \frac{4}{\pi}$ را می‌توان در حدی گرفت. \rightarrow if $ma \rightarrow \infty$

هر چند دامنه سینوسی زیادتر شود (ma^4)، از تقویم هارمونیک حمایت می‌شود و محدود دامنه مولفه اصلی

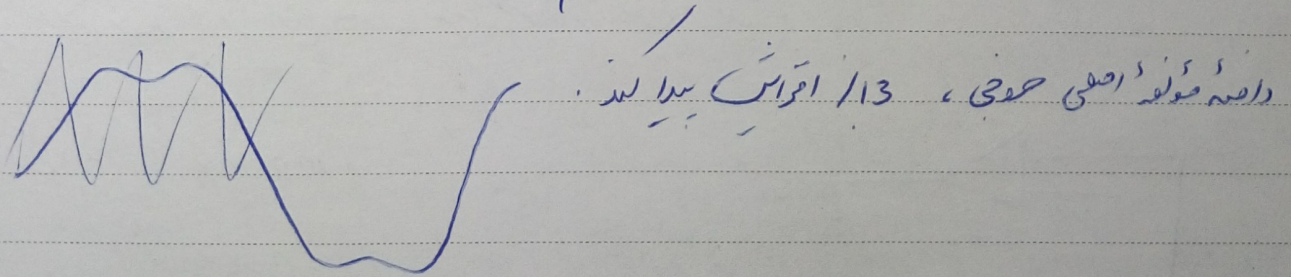
بزرگ خواهد شد.

تولید \sin صفتی مدار حالتی نیاز دارد لذا روش دیگری داریم که ۲ سینک دینامیک اره‌ای وجود دارد.

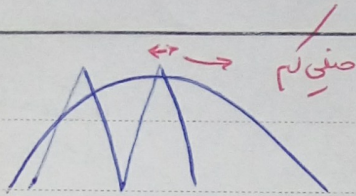
تولید \sin و M ← DSP : صورت بالا
✓ μc (AVR یا ARM)

✓ modified ... سایر روش‌ها:

✓ به سه سینک \sin ، از \sin به علاوه مولفه سوم استفاده می‌شود که موجب می‌شود



✓ سینوسی سه سینک ذرفته‌ای



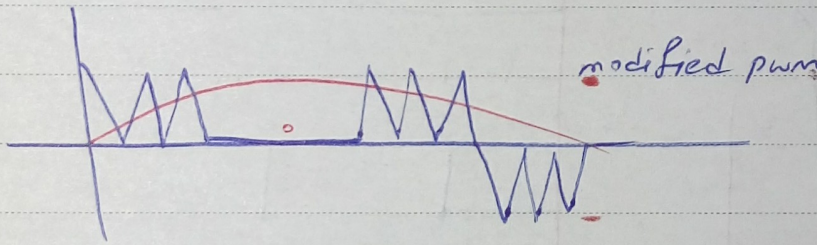
✓ صغیر است زمان روشن شدن و خاموش شدن آن صغیر

کم باشد تا بولاب بیشتر از آنست تا بوی نوی شکل موج خوبی

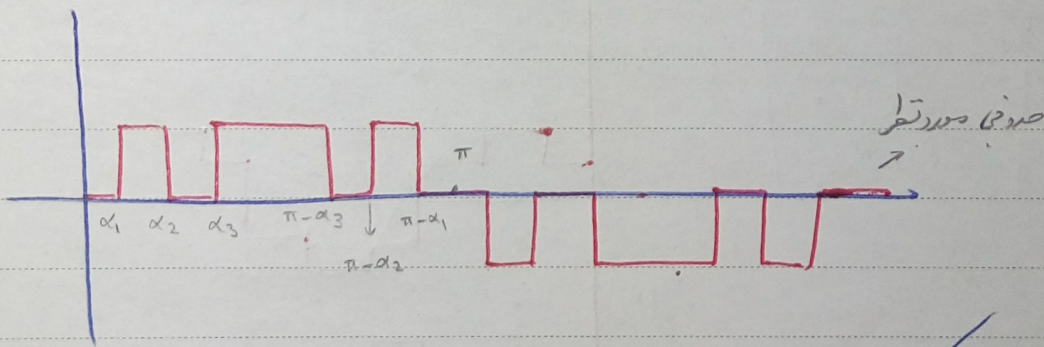
هدف حادثه باشد، تلفات کمتری بالا راجی کرد. Trade off وجود دارد به نوعی تا بولاب هموار

شرطی نداشته شود تا از زمانی کمو او شود، صرف نظر کند، طدرت نداشته باشیم

✓



✓



$$\begin{cases} V_1 = f_1(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) = V_{ref} \\ V_3 = f_2(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) = 0 \rightarrow \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \\ V_5 = f_3(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) = 0 \end{cases}$$

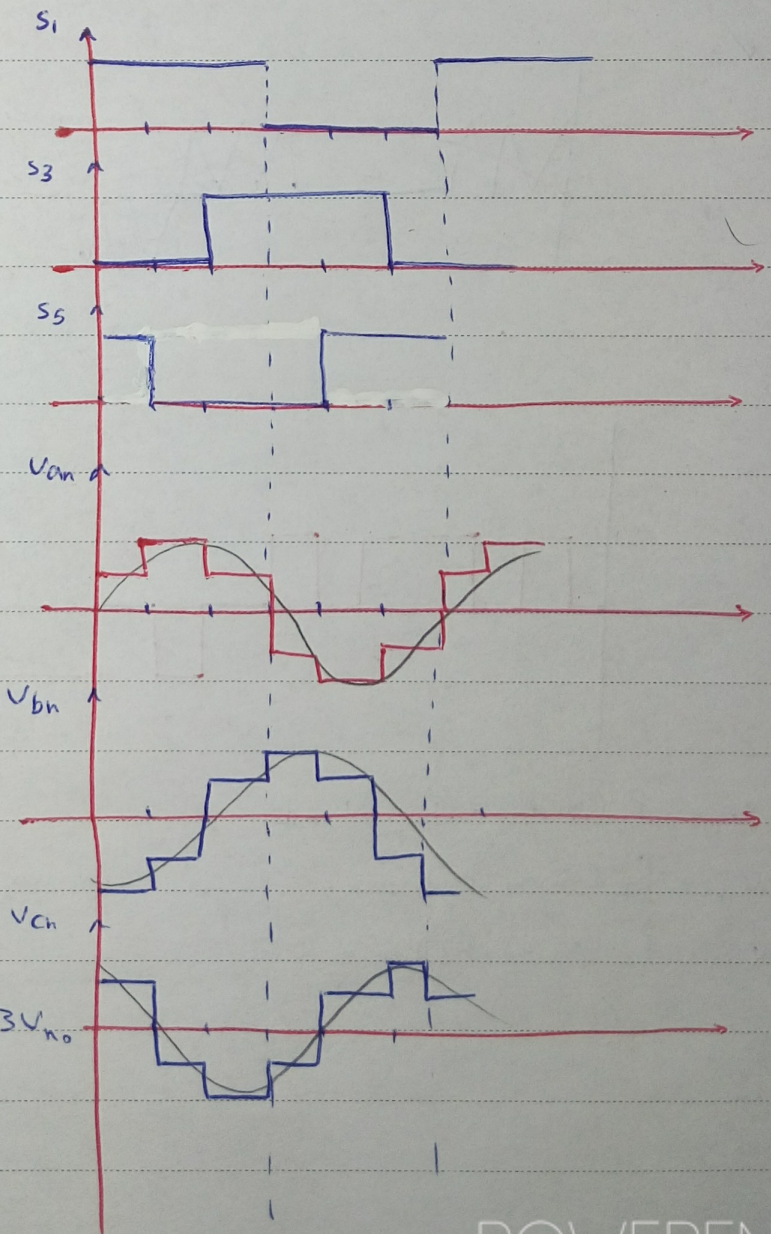
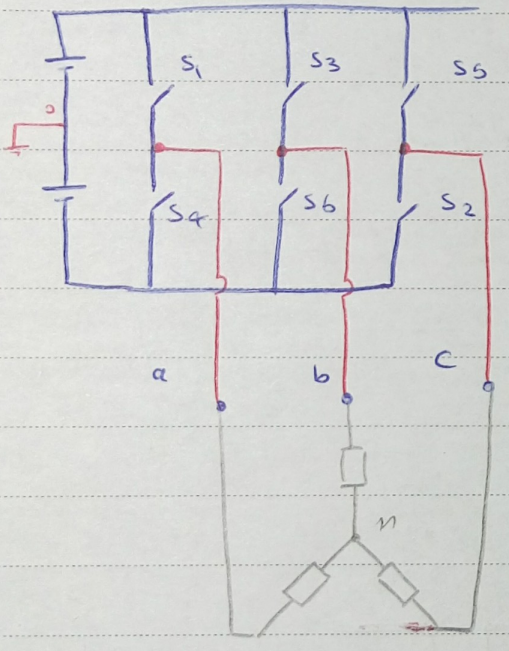
صغیر α در دستر

هو صغیر α ها بیشتر است، از لایه بیشتر شود

روش شیف فاز:

اگر فرضی به S_1 می‌دهیم به S_3 برعکس و S_2 و S_4 عین آنها باشد به فرضی صفر
 دلیلی است که داده شده به S_1 را شیف می‌دهیم و بعد به S_3 برعکس می‌زنیم فرضی را برعکس

السنور ۳ فاز 2



$$V_{an} = V_{ao} - V_{no}$$

$$V_{bn} = V_{bo} - V_{no} \rightarrow$$

$$V_{cn} = V_{co} - V_{no}$$

$$V_{an} + V_{bn} + V_{cn} = (V_{ao} + V_{bo} + V_{co}) - 3V_{no}$$

بنابراین

$$\rightarrow V_{no} = \frac{1}{3} (V_{ao} + V_{bo} + V_{co})$$

$$\begin{cases} V_{an} = \frac{2}{3} V_{a0} - \frac{1}{3} (V_{b0} + V_{c0}) \\ V_{bn} = \frac{2}{3} V_{b0} - \frac{1}{3} (V_{a0} + V_{c0}) \\ V_{cn} = \frac{2}{3} V_{c0} - \frac{1}{3} (V_{a0} + V_{b0}) \end{cases}$$

① $\begin{matrix} + & + & - \\ a & c & b \end{matrix} \rightarrow V_{a0} = \frac{V_{dc}}{2} = V_{c0}$
 سبب روشن

$$\begin{cases} V_{an} = \frac{V_{dc}}{3} \\ V_{bn} = -\frac{2}{3} V_{dc} \\ V_{cn} = \frac{V_{dc}}{3} \end{cases}$$

$V_{b0} = -\frac{V_{dc}}{2}$

② $\begin{matrix} + & - \\ a & c \end{matrix} \begin{matrix} - \\ b \end{matrix}$

$$\begin{cases} V_{a0} = \frac{V_{dc}}{2} \\ V_{c0} = V_{b0} = -\frac{V_{dc}}{2} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_{an} = \frac{2}{3} V_{dc} \\ V_{bn} = -\frac{1}{3} V_{dc} \\ V_{cn} = -\frac{1}{3} V_{dc} \end{cases}$$

97.1.27

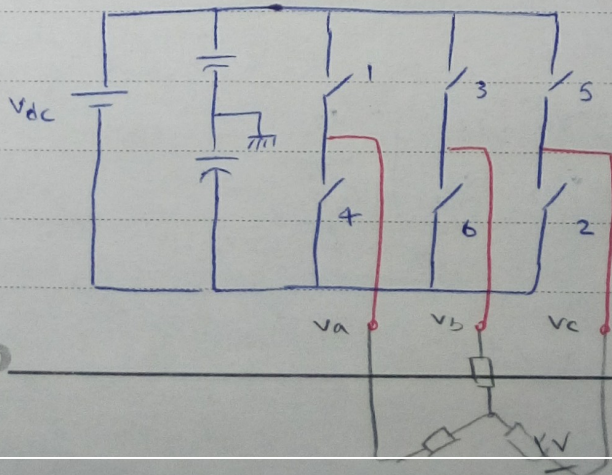
لای اترس دافنه در شعاع ، از روش های مختلف برداشتن استفاده می کنیم در ۳ فاز هم به همین صورت

است ، تنها اندک شیب در هم ، لذا تغییر در دامنه \sin ، دامنه اولیه اول را نیز تغییر می دهیم

$V_{ref} = \frac{2}{3} V_m$

روشن SVPWM

فرمت : نیازی نداریم دنبال امپای و \sin سازیم و ... و با بلدی می توانیم در شکلات بوند و با این روش

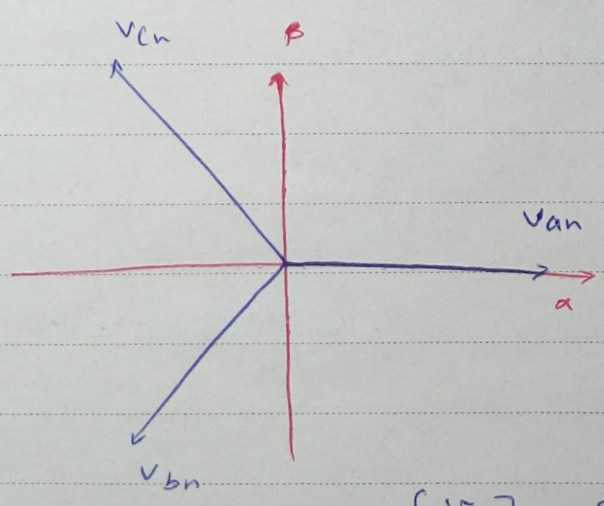


$\frac{3}{2} = 8$ حالت توکنید

POWEREN.IR
۲. نیاز به قطع کردن

تولدهای فاز پهنی			V_{an}	V_{bn}	V_{cn}	V_{α}	V_{β}	$ V $	φ
\bar{V}_1	1	0	0	$\frac{2}{3}V_{dc}$	$-\frac{1}{3}V_{dc}$	$-\frac{1}{3}V_{dc}$		$\frac{2}{3}V_{dc}$	0
\bar{V}_2	1	1	0	$\frac{1}{3}V_{dc}$	$\frac{1}{3}V_{dc}$	$-\frac{2}{3}V_{dc}$		$\frac{2}{3}V_{dc}$	60
\bar{V}_3	0	1	0	$-\frac{1}{3}V_{dc}$	$\frac{2}{3}V_{dc}$	$-\frac{1}{3}V_{dc}$		$\frac{2}{3}V_{dc}$	120
\bar{V}_4	0	1	1	$-\frac{2}{3}V_{dc}$	$\frac{1}{3}V_{dc}$	$\frac{1}{3}V_{dc}$		$\frac{2}{3}V_{dc}$	180
\bar{V}_5	0	0	1	$-\frac{1}{3}V_{dc}$	$-\frac{1}{3}V_{dc}$	$\frac{2}{3}V_{dc}$		$\frac{2}{3}V_{dc}$	240
\bar{V}_6	1	0	1	$\frac{1}{3}V_{dc}$	$-\frac{2}{3}V_{dc}$	$\frac{1}{3}V_{dc}$		$\frac{2}{3}V_{dc}$	300
\bar{V}_7	1	1	1					0	
\bar{V}_8	0	0	0					0	

$$\begin{cases}
 V_{an} = \frac{2}{3}V_{a0} - \frac{1}{3}(V_{b0} + V_{c0}) \\
 V_{bn} = \frac{2}{3}V_{b0} - \frac{1}{3}(V_{c0} + V_{a0}) \\
 V_{cn} = \frac{2}{3}V_{c0} - \frac{1}{3}(V_{b0} + V_{a0})
 \end{cases}
 \xrightarrow{100}
 \begin{cases}
 V_{a0} = \\
 V_{b0} = \\
 V_{c0} =
 \end{cases}$$



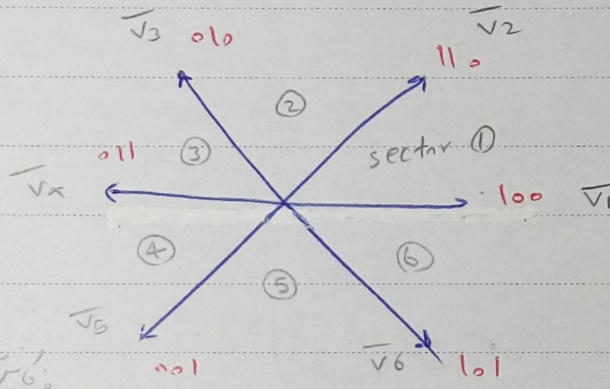
$$\begin{aligned}
 V_{\alpha} &= V_{an} + V_{bn} \cos(-120^\circ) + V_{cn} \cos(120^\circ) \\
 V_{\beta} &= 0 + V_{bn} \sin(-120^\circ) + V_{cn} \sin(120^\circ)
 \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} V_{\alpha} \\ V_{\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & +\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{an} \\ V_{bn} \\ V_{cn} \end{bmatrix}$$

$$V_{abc} \xrightarrow{T} V_{\alpha\beta\gamma} \xrightarrow{T^{-1}} V_{abc}$$

ببینیم بابت کجای توان ثابت بوده است لذا در $\sqrt{\frac{2}{3}}$ ضرب می‌کنیم تا در این

الگو $\frac{2}{3}$ در ضرایب ضرب شود ← انتقال و شماره ثابت همراه بود.



داده صورت نظر
ضرایب

$$V_{An} = V_m \sin \omega t$$

$$V_{Bn} = V_m \sin (\omega t - 120)$$

$$V_{Cn} = V_m \sin (\omega t - 240)$$

$$\begin{matrix} \xrightarrow{XT} \\ \left\{ \begin{array}{l} V_{\alpha} = \dots \\ V_{\beta} = \dots \end{array} \right. \end{matrix} \rightarrow \vec{V}_{ref} = |V_{ref}| \angle 0$$

در نقطه از زمان، نمونه برداری می‌کنیم و اندازه‌های فاز ref را بدست آورده و سینه sector می‌دهیم در آن

همه می‌شود و مدارهای هم‌دار آن، سوئیچینگ مشخص می‌شود.

در نمونه برداری دست خدمت می‌دهیم مثلاً با 1 هر 1 نمونه برداری شود، 2,000 بار در سیکل می‌تواند است

$$T_s = T_a + T_b + T_c \quad \leftarrow \text{زمان نمونه برداری}$$

$$\vec{V}_{ref} \times T_s = \vec{V}_a \times T_a + \vec{V}_b \times T_b + 0 \times T_c$$

$$|V_{ref}| \cos \theta = \frac{2}{3} V_{dc} \cos \theta T_a + \frac{2}{3} V_{dc} \cos \theta T_b$$

e.g. sector 1

$$|V_{ref}| \sin \theta = \frac{2}{3} V_{dc} \sin \theta T_a + \frac{2}{3} V_{dc} \sin \theta T_b \Rightarrow \begin{matrix} T_a \\ T_b \\ T_c \end{matrix}$$

علوم

$$T_a + T_b + T_c = T_s$$

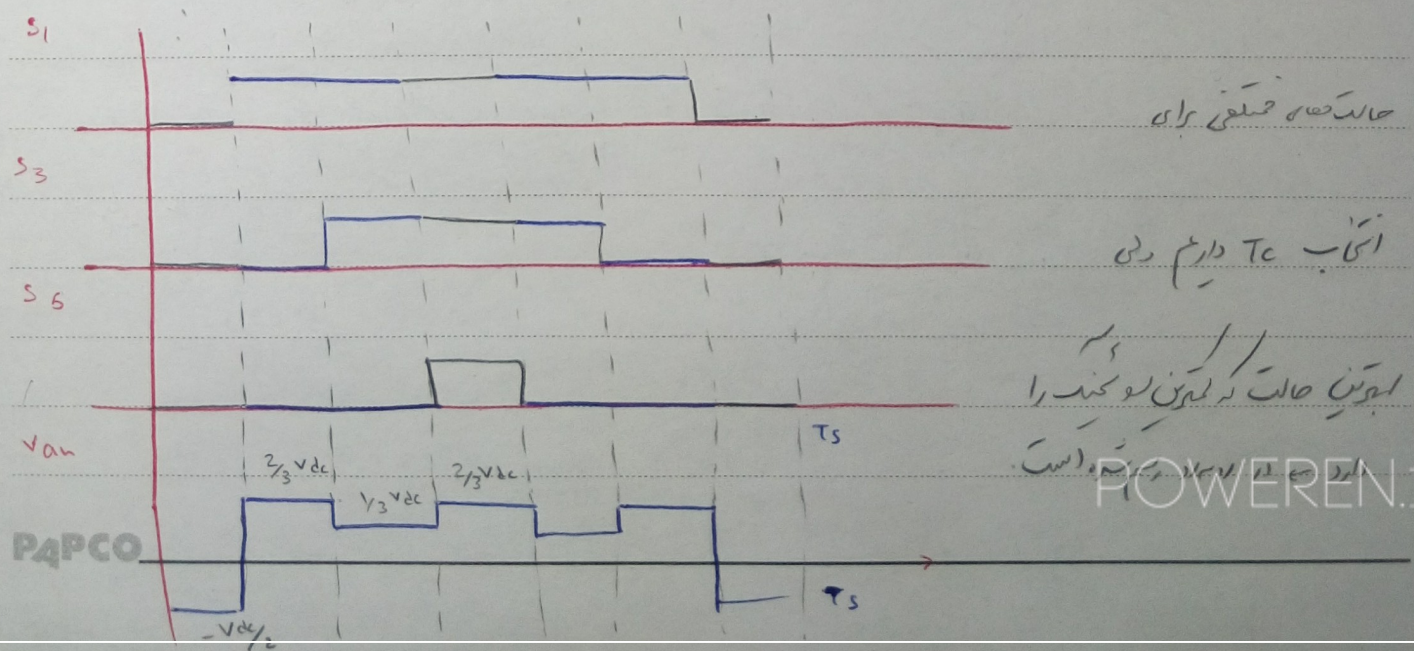
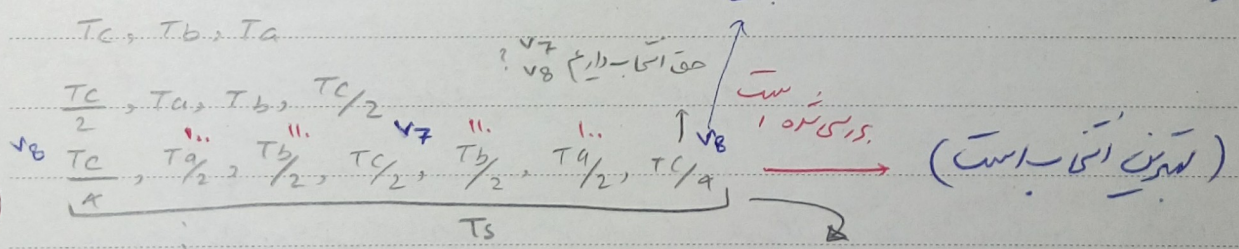
$$T_a = \frac{\sqrt{3} T_s |V_{ref}|}{V_{dc}} \sin \left(\frac{n\pi}{3} - \theta \right)$$

رابطه بارشسی :

$$T_b = \frac{\sqrt{3} T_s |V_{ref}|}{V_{dc}} \sin \left[\left(\theta - \frac{(n-1)\pi}{3} \right) \right]$$

در این کتاب V_1, V_2, V_7 در Sector 1 در ۲ نمونه لحاظ شود: (T_a, T_b, T_c)
 (V_1, V_2, V_7)
 ۱. از حالتی به حالتی دیگر، کمترین سوئیچ را داشته باشیم.

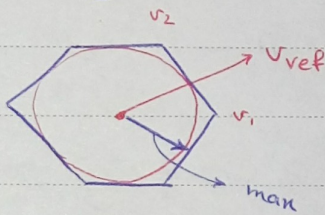
۲. کمترین THD را داشته باشد. T_b, T_a, T_c همه امکان دارد



برای $T_s = 1$ باشد و 2000 از این شکل را کنار هم قرار داده در یک نمودار THD می‌گیریم

97.2.1

برای V_{ref} ماسون دایره می‌گذارد و سطحی قرار می‌گیرد ← over modulation رخ داده است.



به نخبه جانب شدن THD می‌گردد.

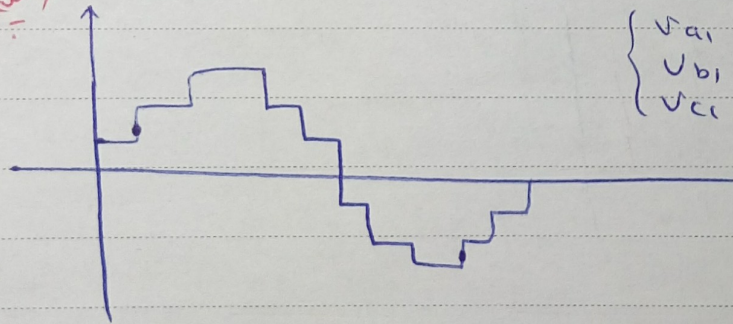
صداقت V_{ref} نمی‌شود که بولد کرد حقیقت است.

✓ SVM

زمانی است که برای تصحیح دایره باشد $(T_a = T_b) \quad \theta = \frac{\pi}{6} \quad (T_a = T_b = \frac{T_s}{2})$

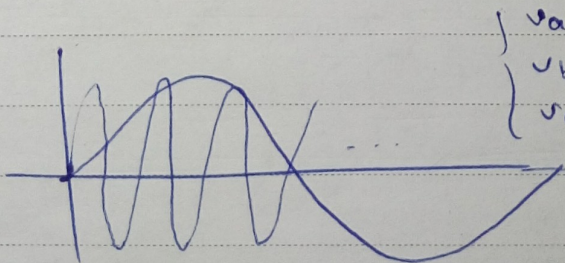
$$V_{ref}^{max} = \frac{V_{dc}}{\sqrt{2}} = 0.707 V_{dc}$$

✓ 4



$$\begin{cases} v_{a1} \\ v_{b1} \\ v_{c1} \end{cases} \xrightarrow{T} \begin{cases} v_{a1} \\ v_{\beta 1} \end{cases} \rightarrow |V_{ref}|$$

✓ spwm



$$\begin{cases} v_{a1} \\ v_{b1} \\ v_{c1} \end{cases} \xrightarrow{T} \begin{cases} v_{a1} \\ v_{\beta 1} \end{cases} \rightarrow |V_{ref}|$$

SVM

spwm $\xrightarrow{1.15}$ SVM $_{max} = 1.15$ spwm $_{max}$

انورهای چند سطحی :

هدف از چند سطحی : به \sin نزدیک تر شود

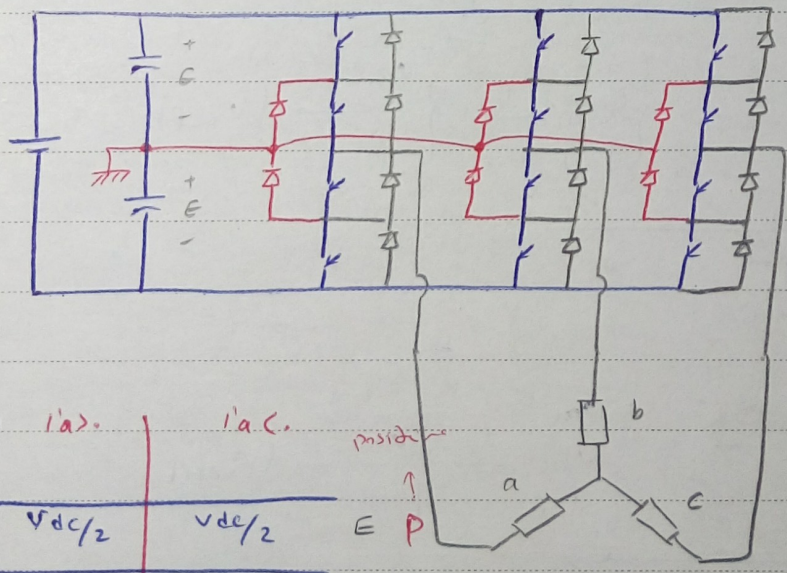
اگر در کار بردی مثلا 110V یا 220V نیاز بود باید چه کرد ؟
خوبه سوار بالای عدد

در سری کردن یوچ ها : در PE بوسیله می شود زیرا به حواله دو قطب می تونه بیاید
در ای کار وصل می

لذا در انورهای چند سطحی ، اسون به دستر بالا با یوچ های دلتا یا سن بدون سری کردن است .
موضوع :

1. Diode clamp
2. capacitor flying
3. H-bridge (cascade H-bridge)

ساده ترین نوع : NPC



س	1	2	3
1	$V_{dc}/2$	$V_{dc}/2$	E P
0	0	0	0
0	$-V_{dc}/2$	$-V_{dc}/2$	$-E$ N → negative

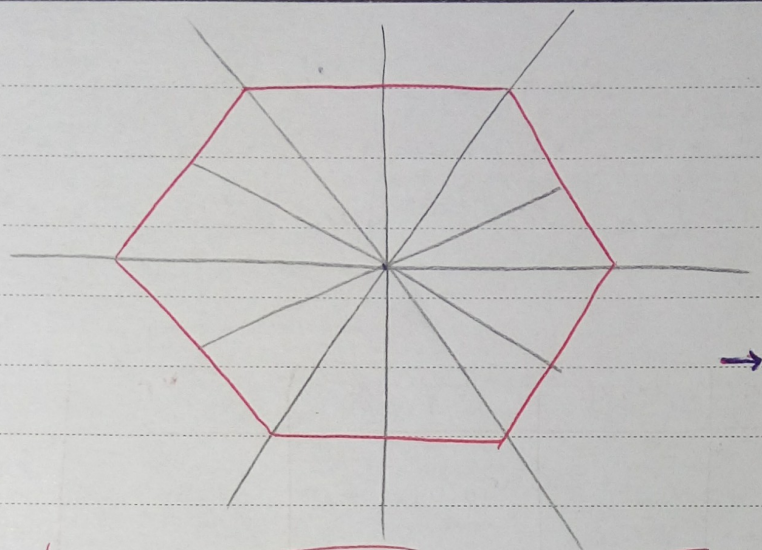
→ 3 = 27 mode

از 2 حالت فقط 3 حالت باقی ماند .
باید قطع می شود

بدعت این به ولادم باه را

$$\begin{cases} v_{an} = \frac{2}{3} v_{a0} - \frac{1}{3} (v_{b0} + v_{c0}) \\ v_{bn} = \frac{2}{3} v_{b0} - \frac{1}{3} (v_{a0} + v_{c0}) \\ v_{cn} = \frac{2}{3} v_{c0} - \frac{1}{3} (v_{a0} + v_{b0}) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} v_{an} = \dots \\ v_{bn} = \dots \\ v_{cn} = \dots \end{cases}$$

	v_{an}, v_{bn}, v_{cn}	v_{α}, v_{β}	سکانس / کلاس	v_p	$\Delta \phi$
[ppp][ooo][nnn]	---	---	v_{19}, v_{20}, v_{21}	0	0
P _{oo} oNN			v_{1p}, v_{1N}	$v_{dc}/3$	0
pp _o o _o N			v_{2p}, v_{2N}	$v_{dc}/3$	60
op _o noN			v_{3p}, v_{3N}	"	120
opp _o noo	---	---	v_{4p}, v_{4N}	"	...
oop _o nno			v_{5p}, v_{5N}	"	...
pop _o onn			v_{6p}, v_{6N}	"	300
pp _{oo} oNN			v_7		30
pp _{oo} o _o N			v_8		90
pp _{oo} noN			:	$\sqrt{3}/3 v_{dc}$	150
pp _{oo} nno			v_{12}	"	210
pp _{oo} onn				"	270
pp _{oo} onn				"	330
pp _{oo} onn			v_{13}		0
pp _{oo} o _o N			v_{14}		60
pp _{oo} noN			:	$\frac{2}{3} v_{dc}$	v_{dc}
pp _{oo} nno			:	"	...
pp _{oo} onn			v_{18}	"	300



→ book

97.2.3

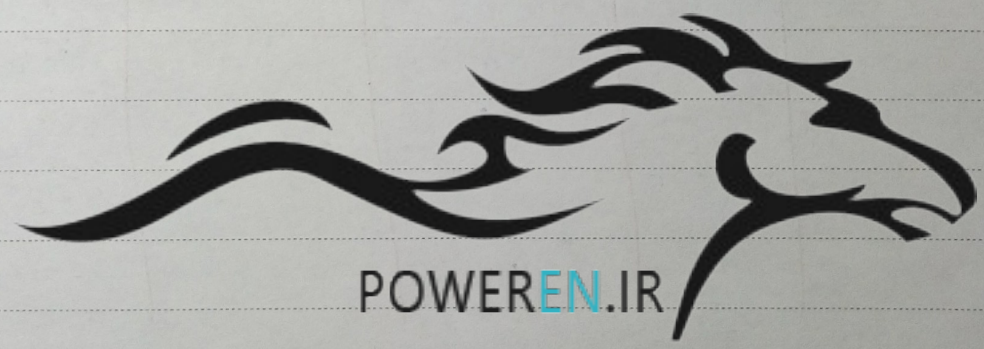
بند مایه حرکت از بردارهای لوجیک، متوسط و زیر را بردی نقطه حتی بردی لنم

حالت های PPP ، 000 ، 222 صح مایه بردار

(Effect of switching states on neutral point) → book

p. 170 → (4/5 level)

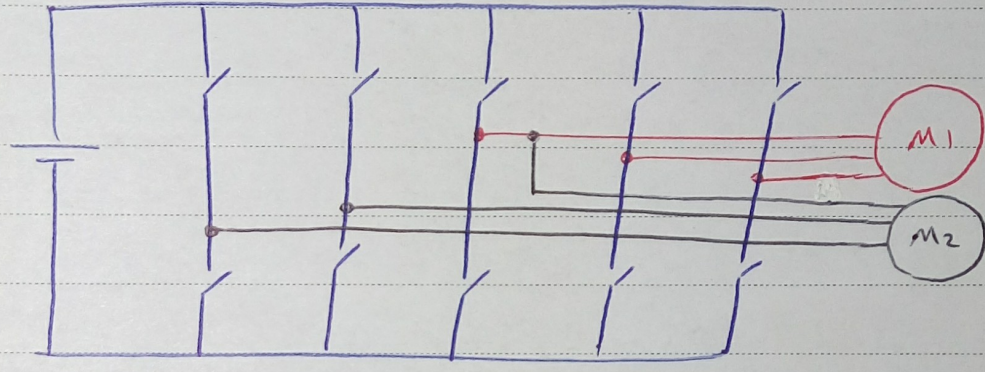
4 level → 64 vectors



POWEREN.IR

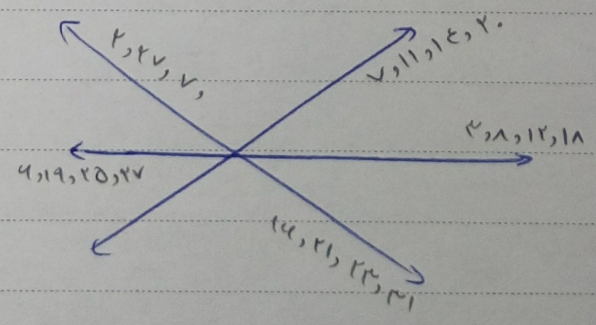
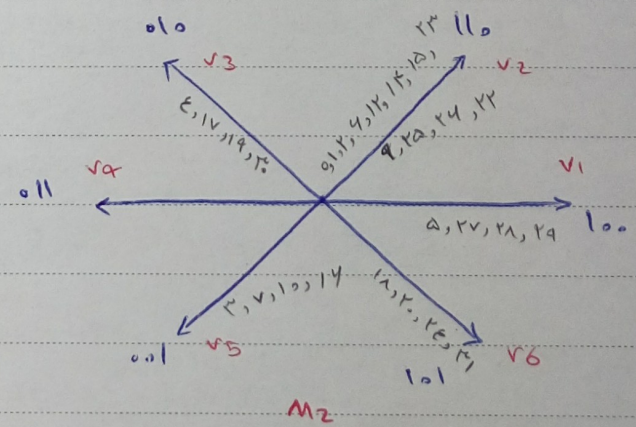
انورک ۵ فازه

کاربرد: کنترل ۲ موتور ۳ فاز با انورک ۵ فاز



حالت سوئیچ ۲ → ۰ -
 (2) (1)

0	00000	16	00101
1	00001	17	01010
2	00010	18	10100
3	00100	19	01011
4	01000	20	10110
5	10000	21	01101
6	00011	22	11010
7	00110	23	11101
8	01100	24	10111
9	11000	25	11011
10	00111	26	11001
11	01110	27	10011
12	11100	28	10001
13	01111	29	10010
14	11110	30	01001
15	11111	31	10101



$$\begin{cases} V_{a2} = V_m \sin(\omega_2 t) \\ V_{b2} = V_m \sin(\omega_2 t - 2\pi/3) \\ V_{c2} = V_m \sin(\omega_2 t + 2\pi/3) \end{cases} \xrightarrow{\alpha\beta} V_{ref2} \angle \theta_2$$

$$\begin{cases} V_{a1} = V_m \sin(\omega_1 t) \\ V_{b1} = V_m \sin(\omega_1 t - 2\pi/3) \\ V_{c1} = V_m \sin(\omega_1 t + 2\pi/3) \end{cases} \xrightarrow{\alpha\beta} V_{ref1} \angle \theta_1$$

Ts

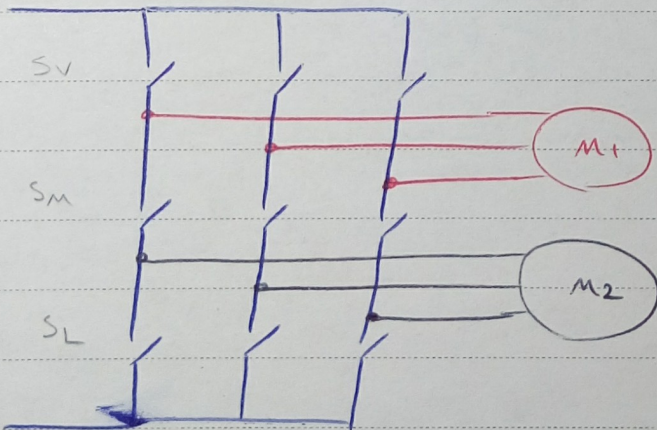
$$\left(\frac{V_c}{\alpha}, \frac{V_a}{2}, \frac{V_b}{2}, \frac{V_c}{2}, \frac{V_b}{2}, \frac{V_a}{2}, \frac{V_c}{\alpha} \right)$$

M2

$$\left(\frac{V_0}{4}, \frac{V_5}{2}, \frac{V_0}{2}, \frac{V_0}{2}, \frac{V_5}{2}, \frac{V_5}{2}, \frac{V_0}{4} \right)$$

M1

$$\left(\frac{V_0}{4}, \frac{V_{14}}{2}, \frac{V_2}{2}, \frac{V_0}{2}, \frac{V_{14}}{2}, \frac{V_{14}}{2}, \frac{V_0}{4} \right)$$



	SV	SM	SL
1	on	off	on
2	off	on	on
3	on	on	off

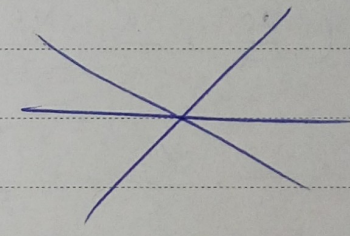
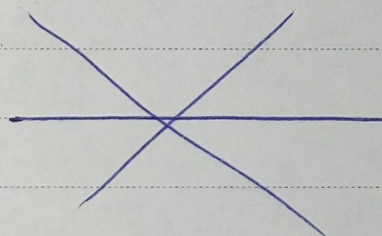
3 3 3 → 27 mode

- 1 333
- 2 331
- 3 311
- 4 111
- 5 112
- 6 122
- 7 121
- 8 221
- 9 211
- 10 222
- 11 212
- 12 113
- 13 133

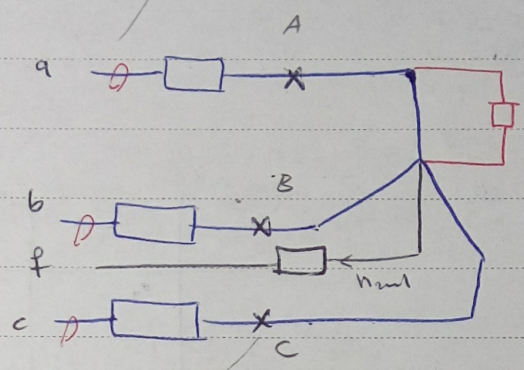
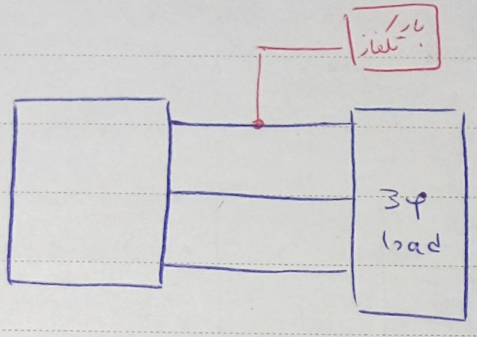
- 14 131
- 15 313
- 16 223
- 17 233
- 18 232
- 19 312
- 20 322
- 21 323
- ⋮
- 27

	M1	M2
333	111	111
331	111	111
311	111	111

	M1	M2
110		100



برای اتصال



(در خازن‌ها و کپاسیتورها در دسترس نیستیم)

$$v_a + v_b + v_c \neq 0$$

$$i_a + i_b + i_c \neq 0$$

(ch 12 → 4-leg Inverter) (4 leg Inverter)

در مقاله مرتباً با تیم مبرکی حل‌سازنده انورژتیک

الگو تیم جدید برای ارائه به تیم در لایحه نامه هستیم

$$v_\alpha, v_\beta, v_\gamma$$

$$Y_1 = v_\beta, Y_2 = \sqrt{3} v_\beta + v_\alpha, Y_3 = \sqrt{3} v_\beta - v_\alpha$$

prism	Y_1	Y_2	Y_3
P1	$Y_1 >$	$Y_2 >$	$Y_3 >$
P2	$Y_1 >$	$Y_2 <$	$Y_3 <$
P3	$Y_1 >$	Y_2	Y_3
P4	$Y_1 <$.	.
P5	$Y_1 <$.	.
P6	$Y_1 <$.	.

$$V_4 = V_\alpha + \sqrt{3} V_\beta - 2V_\gamma$$

$$V_5 = V_\alpha - \sqrt{3} V_\beta - 2V_\gamma = ?$$

$$V_6 = V_\alpha + V_\gamma$$

prism	T1	T2	T3	T4
P1	$V_{4c} > V_{5c} < V_{6c}$	$V_{4c} > V_{5c} < V_{6c}$	"	"
P2				
⋮	8 4 3 V V V			
⋮	T1 T2 T3			
P6				

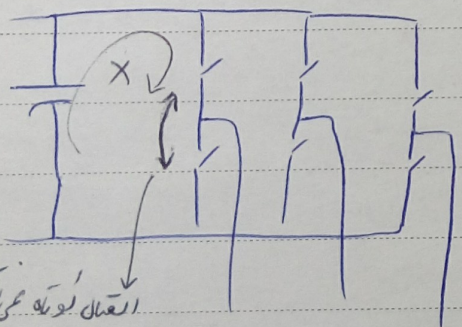
✓ دو مدار سون یک ش در هر حوزة زمان : تصویر گون مربع

VST+ → ZSI
CSI

ZSI

انتقال به منبع ولتاژ : gain حقیقی به دوری حد اکثر 1/82 بود، به نوعی باصنره بود!

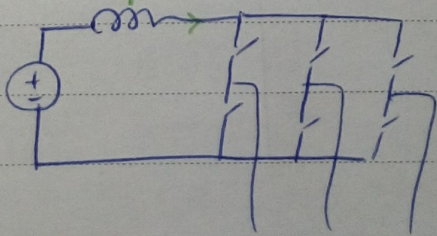
منبع جریان ✓



انتقال توانه نمی تواند بود
در محدودیت دارم!

در منبع ولتاژ : منبع ولتاژ را به PWM کنیم در دو سر بار

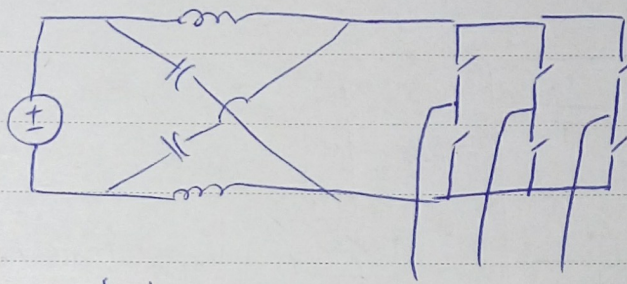
ولی در منبع جریان ، به منبع جریان را به PWM کنیم



انتقال توانه می زاریمت

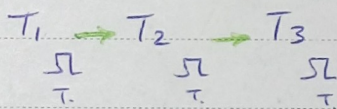
حظا ایاد کنیم

ZSI : هم‌انسان لولاه عمار است ، هم و هم انراستی می‌خواند باشد



shoot-through

در تصویر وضعیت ها ، یک اتصال کوتاه (shoot-through) به اندازه T_0 خواهیم داشت



۲ حالت داریم
اتصال کوتاه
فصل

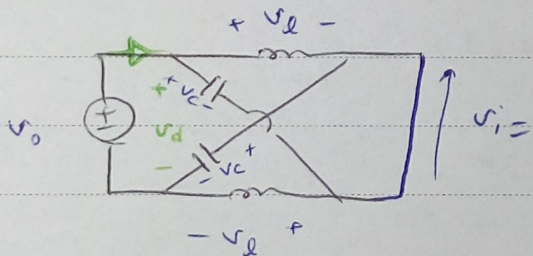
Ⓘ

$$v_d = v_c$$

$$v_d = 2v_c$$

$$v_i = 0$$

اتصال کوتاه



Ⓡ

$$v_d = v_0 - v_c$$

$$v_i = v_c - v_d = 2v_c - v_0 \rightarrow \text{معاکه}$$

$$v_d = v_0$$

$$\checkmark T = T_0 + T_1$$

$$\langle v_d \rangle = 0$$

زمان اتصال کوتاه
از منبع به مدار (فصل ۶)

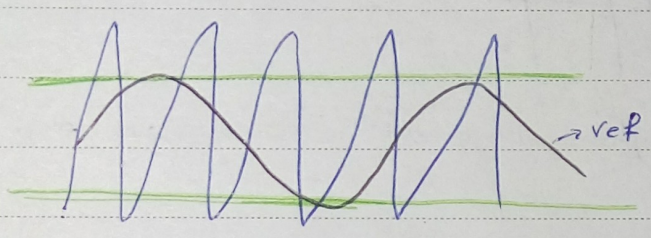
$$\overline{v_d} = \frac{T_0 \times v_c + T_1 (v_0 - v_c)}{T} = 0 \rightarrow \frac{v_c}{v_0} = \frac{T_1}{T_1 - T_0}$$

$$\overline{v_i} = \frac{T_0 \times 0 + T_1 \times (2v_c - v_0)}{T} = \frac{T_1}{T_1 - T_0} \times v_0 = v_c$$

$$v_i = v_c - v_d = 2v_c - v_o = \frac{T}{T_1 - T_0} v_o = \beta \cdot v_o$$

افزایش ولتاژ

$$\beta = \frac{T}{T_1 - T_0} = \frac{1}{1 - \frac{2T_0}{T}} \gg 1$$



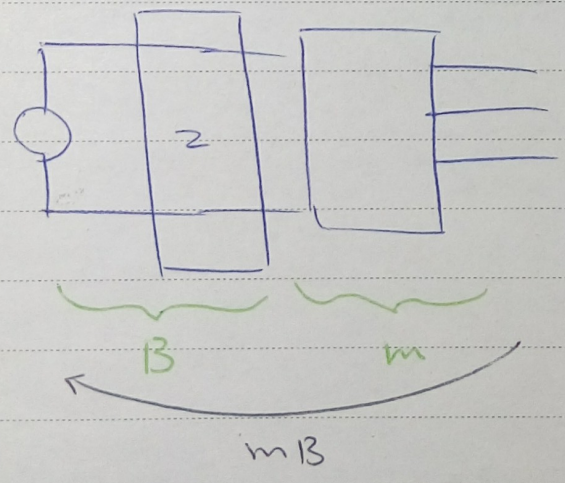
وجود دلتا آرهای از v_{dc} (بسیار کم)

بسیار اندک یا گویانده shoot-through

نقدی که PWM شکل گرفته است

- if $m=1 \rightarrow$ shoot-through ندارد
- if $m=0 \rightarrow$ " حذفی ندارد " (موت)

(T_0 داشته به m است)



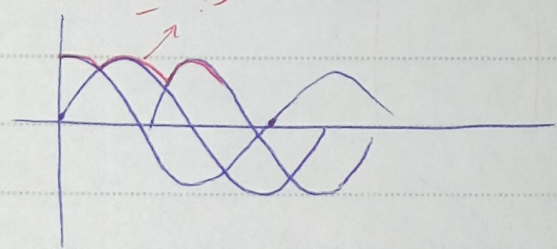
gain در بسته به حسب m به m
modulation Index

$$G = M\beta = \frac{m}{2m-1}$$

$$\frac{T_0(\theta)}{T} = \frac{2 - (M \sin \theta - m \cos(\theta - \frac{2\pi}{3}))}{2}$$

$$\frac{T_0(\theta)}{T} = 1 + \frac{2\pi - 3\sqrt{3}m}{2\pi} \quad B = \frac{\pi}{3\sqrt{3} - \pi} \quad G = M \cdot B$$

هر چه m بزرگتر باشد، T_0 بیشتر از T خواهد بود.



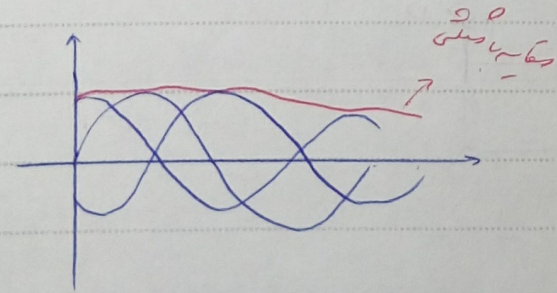
shunt through به دانه سندان نسبت می‌دهد

در این حالت، gain افزایش پیدا کرده است. به عبارتی نسبت به حالت قبل (مقایسه ششگی با خطوط می‌سبز نشان)

Brooding بزرگی خواهیم داشت

به آن صورتی که $\frac{1}{4}$ حاصل می‌شود، اصل باشد، بزرگی gain را خواهیم داشت

$T_0(\theta)$ با زمان تغییر می‌کند. حالت نسبت به زمان حذف دستگی به زمان است. اگر بزرگی سبکی را

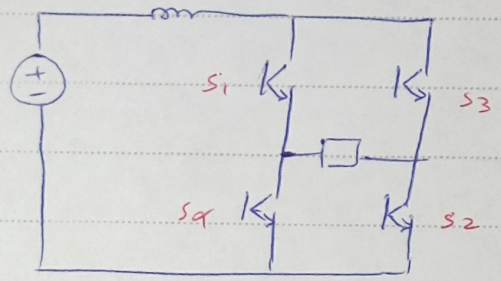


دکانه سندان

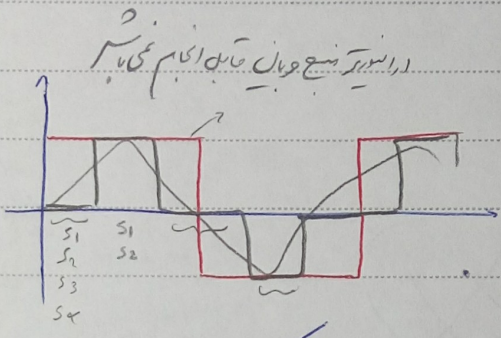
با دیدن اره‌ای به سبک نیم

$$\frac{T_0}{T} = 1 - \frac{\sqrt{3}m}{2} \rightarrow T_0 \text{ ناایست}$$

انورتر ضعیف جریان :
۴
۳۴

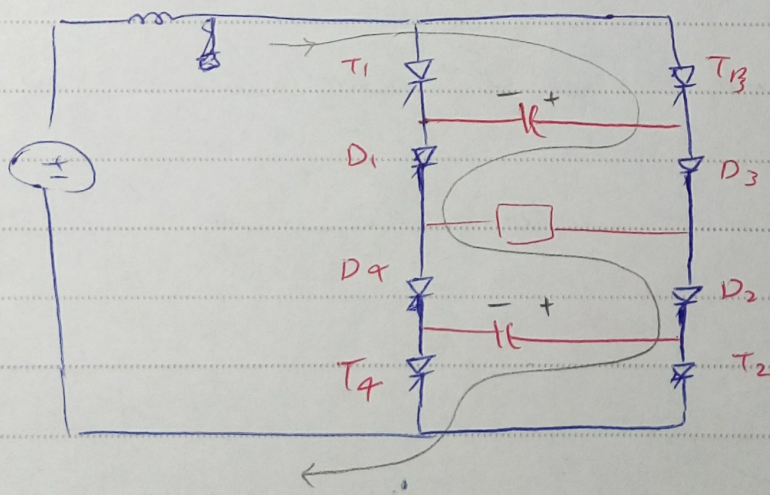


بعد از فصلی برای شارژ سلف ایجاد کنیم



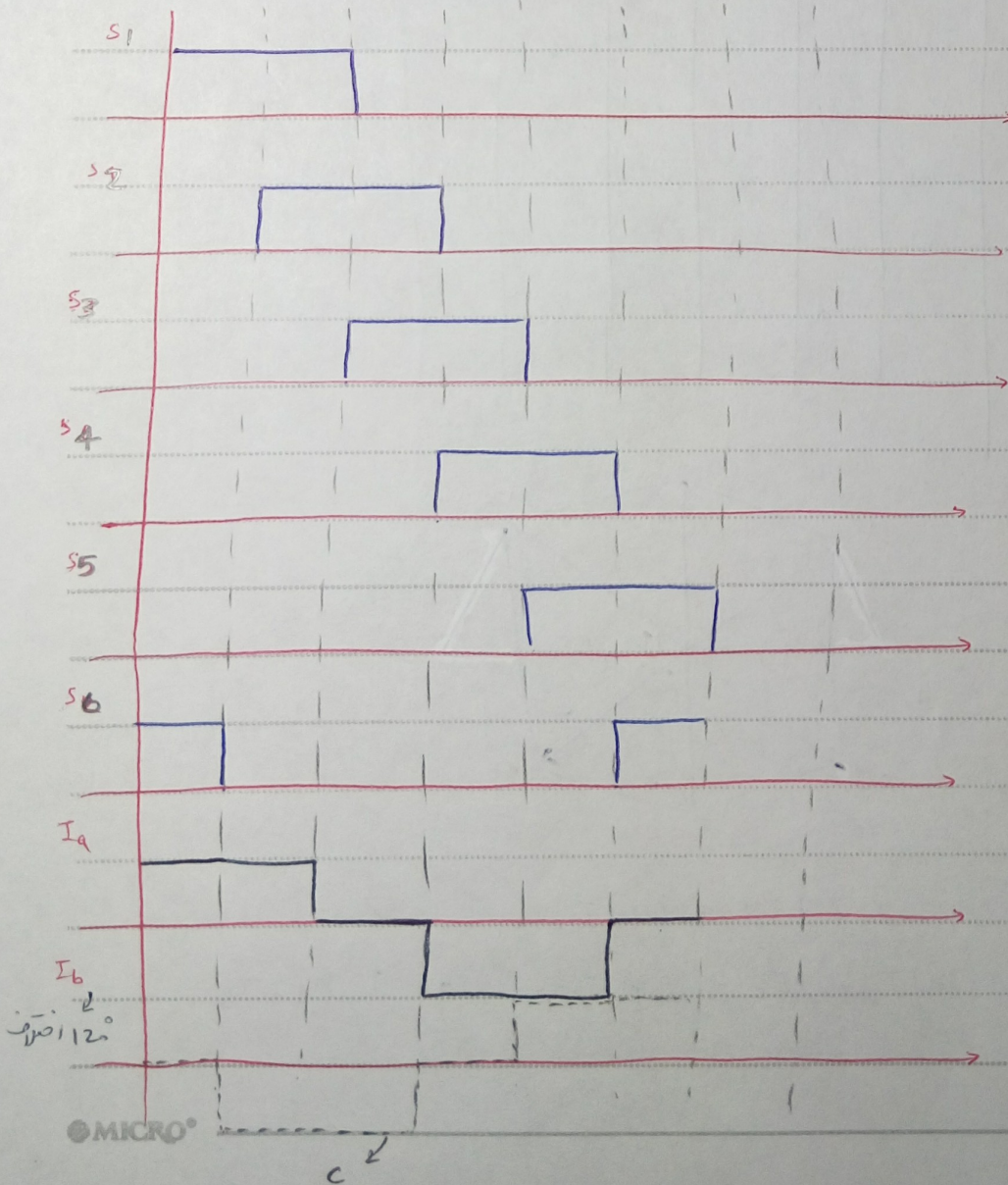
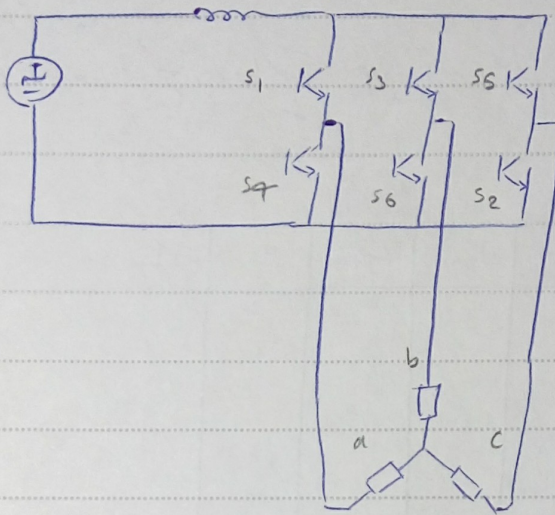
با انورتر ضعیف جریان، خاموش بودن روشن کردن ترانسفر راحت تر است. در حالت ترانسفری (توان بالا) انورتر

ضعیف ترانسفر ترانسفر، کنترل سختی دارد ولی ضعیف جریان به مراتب راحت تر است. به صورت زیر:



استدرا میراز طریق خازن ها تا شارژ شود.

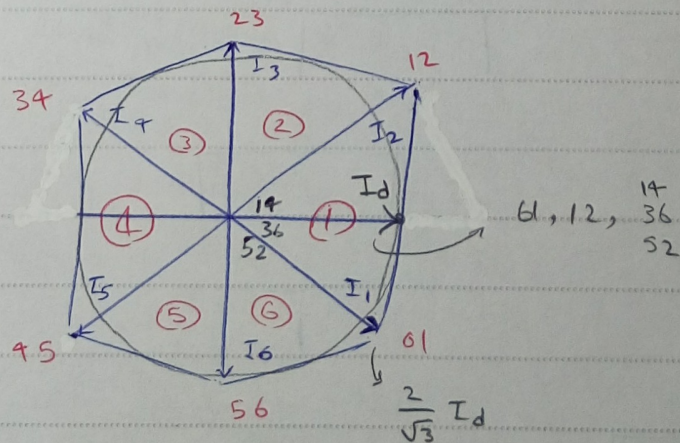
2. (3φ) CSI



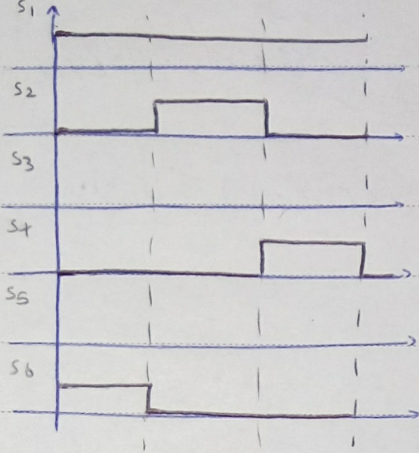
SVM - CSI :

حالت های مختلف یو جی در اینورد 34 رای فراهم کریں گیم

مرکز ۱, ۲, ۳	I_a	I_b	I_c	I_d	I_β	\bar{I}	ϕ
در اوجی همان	0	0	0	0	0	0	0
همفر	0	0	0	0	0	0	0
5, 2	0	0	0	0	0	0	0
61	I_d	$-I_d$	0	✓	✓	$\frac{2}{\sqrt{3}} I_d$	$\angle -30^\circ$
12	I_d	0	$-I_d$	✓	✓	"	$\angle 30^\circ$
23	0	I_d	$-I_d$	✓	✓	"	$\angle 90^\circ$
34	$-I_d$	I_d	0	✓	✓	"	$\angle 150^\circ$
45	$-I_d$	0	I_d	✓	✓	"	$\angle 210^\circ$
56	0	$-I_d$	I_d	✓	✓	"	$\angle 270^\circ$



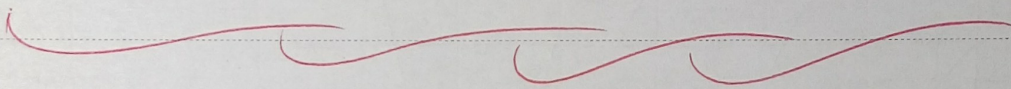
$$\begin{cases} |I_{ref}| \cos \theta \cdot T_s = |I_1| \cos(-30^\circ) T_1 + |I_2| \cos(30^\circ) T_2 + \dots \\ |I_{ref}| \sin \theta \cdot T_s = |I_1| \sin(-30^\circ) T_1 + |I_2| \sin(30^\circ) T_2 + \dots \Rightarrow T_1, T_2, T_3 \\ T_1 + T_2 + T_3 = T_s \end{cases}$$



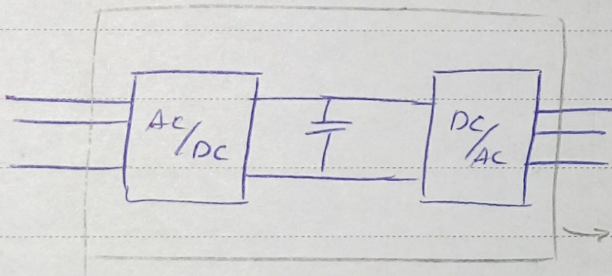
مثلاً اگر در صورت ① با هم، توسط رار 61، 12، 14 داریم :

$$T_1 = T_2 \rightarrow I_{ref} = \frac{2I_d}{\sqrt{3}} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = I_d$$

رای برداریم شعاع داریم



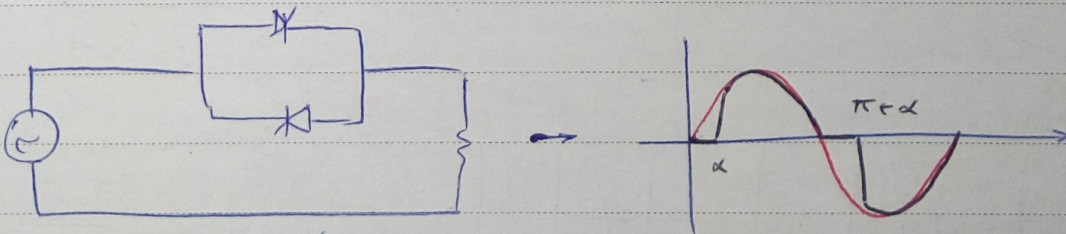
" AC - AC "



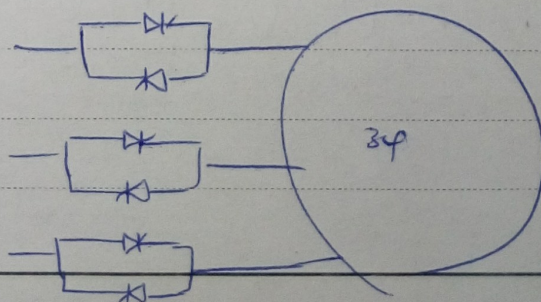
به دنبال این AC/AC تنظیم کنیم ✓

مشکلات خاص خود را دارد مثلاً تلف و خازن نسبت DC

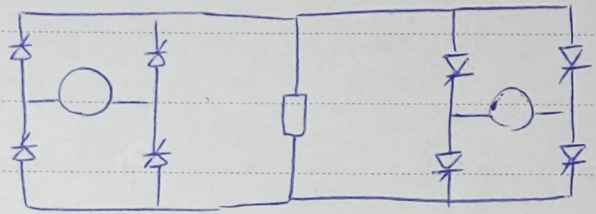
(هدف : فرکانس درازنه و گستر)



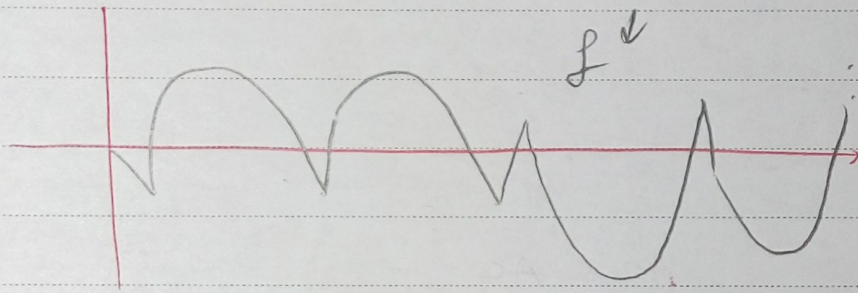
دستی AC/AC فرکانس ثابت



AC/AC با ترانس متغیر:

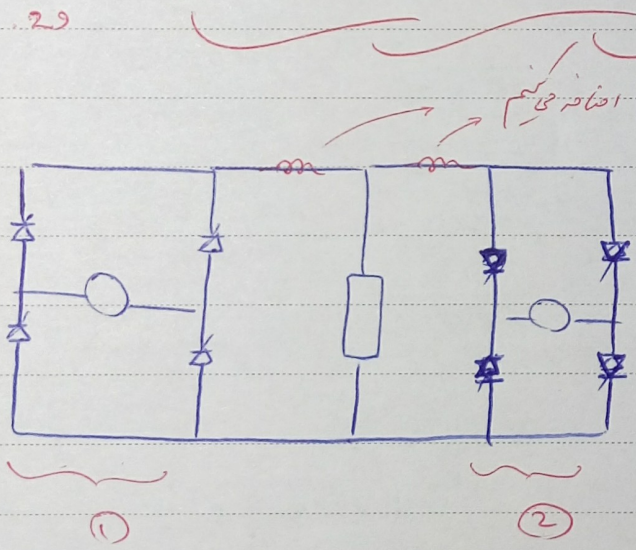


سکالوواتور (اسوای کرس AC/AC ها)



حرکت از لفظ شد.

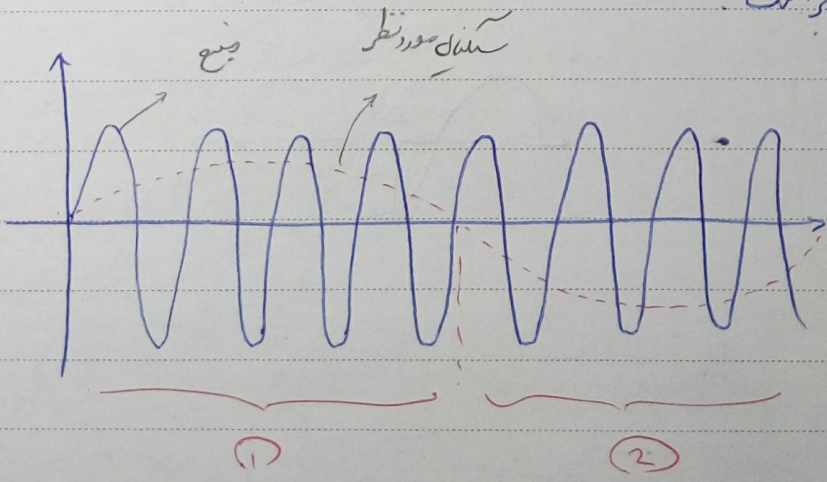
97.2.29



سکالوواتور:

فرض $\alpha = cte$

برای افزایش صفا دقت، α متغیر است

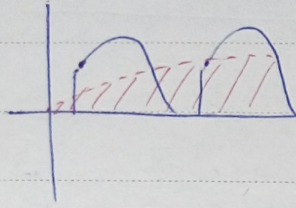


در هر سیکل، α خاص خود را دارد.

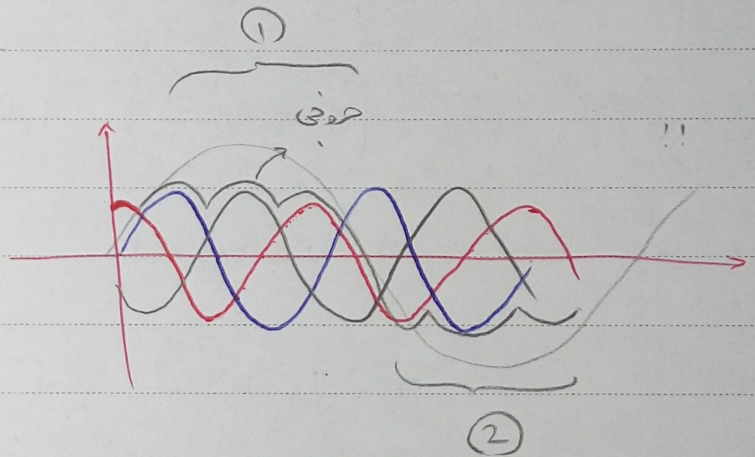
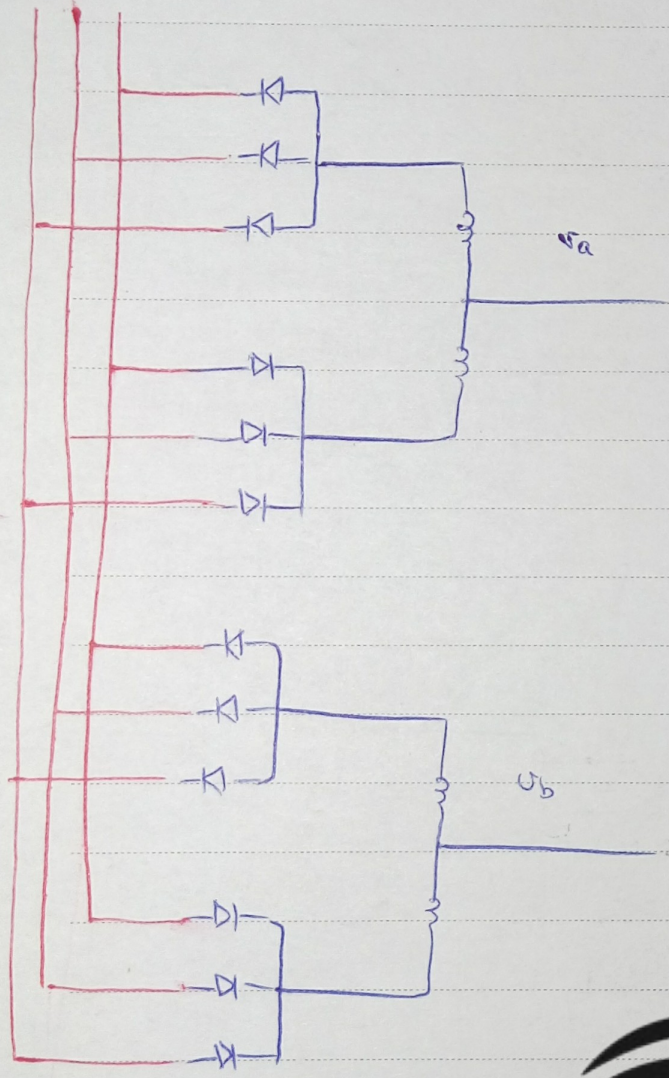
در پایان α را در هر سیکل بدیت

عدد

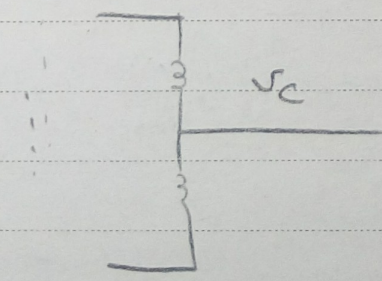
مساحت زیر نقطه چین ، با مساحت زیر نمودار گسسته برابر خواهد بود $\alpha = \dots$

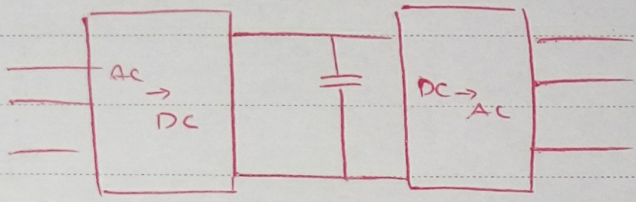


: 3P



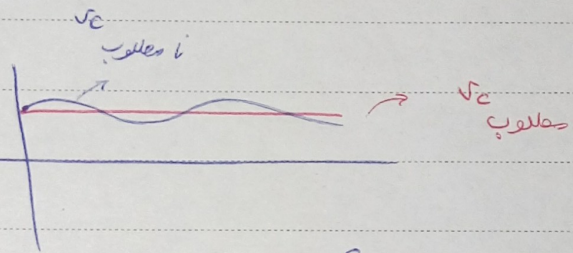
POWEREN.IR





علمی : خازن بزرگ نباید DC

✓ همیشه خازن نباید DC ؟



$$\Delta E_c = \frac{1}{2} C \left[\left(V_{dc} + \frac{\Delta V_c}{2} \right)^2 - \left(V_{dc} - \frac{\Delta V_c}{2} \right)^2 \right]$$

تقریباً انرژی

رضخونی شده در

$$v_i(t) = V_{mi} \cos \omega_i t$$

$$\Rightarrow P_i = 3 V_{mi} I_{mi} \cos \omega_i t \cdot \cos(\omega_i t - \theta_i)$$

$$i_i(t) = I_{mi} \cos(\omega_i t - \theta_i)$$

توان اصلی P_{i0}

توان ضایع P_{i2}

$$P_i = 3 V_{rmsi} I_{rmsi} \left[\cos \theta_i + \cos(2\omega_i t - \theta_i) \right]$$

$$P_o = 3 V_{rmso} I_{rmso} \left[\cos \theta_o + \cos(2\omega_o t - \theta_o) \right]$$

توان اصلی P_{o0}

توان ضایع P_{o2}

$$(P_{i0} = P_{o0}) \quad P_{i2} - P_{o2} = \frac{P_{i0}}{\cos \theta_i} \left[\cos(2\omega_i t - \theta_i) - \frac{\cos \theta_i}{\cos \theta_o} \cos(2\omega_o t - \theta_o) \right]$$

$$E_c = \int (P_{i2} - P_{o2}) dt = \frac{P_{i0}}{\cos \theta_i} \left[\frac{\sin(2\omega_i t - \theta_i)}{2\omega_i} - \left(\frac{\cos \theta_i}{\cos \theta_o} \right) \times \frac{\sin(2\omega_o t - \theta_o)}{2\omega_o} \right]$$

از ادرین ΔE_c رابطه برداشت کردیم. برای ΔV_{dc} و V_{dc} صورتی در رابطه ΔE_c اول C برداشت

ما دریم. از رابطه آخر هم برداشت کردیم. برای طراحی در نظر می گیریم

حالتی از بدترین حالت

$$\Delta E_c^{max} = \frac{P_{in}}{\cos \theta_i} \left[\frac{1}{\omega_i} + \frac{\cos \theta_i}{\cos \theta_o} \frac{1}{\omega_o} \right] = \frac{1}{2} C \left[(V_{dc} + \frac{\Delta V_{dc}}{2})^2 - (V_{dc} - \frac{\Delta V_{dc}}{2})^2 \right]$$

(x2) بر خاطر نیم سیکل + د-

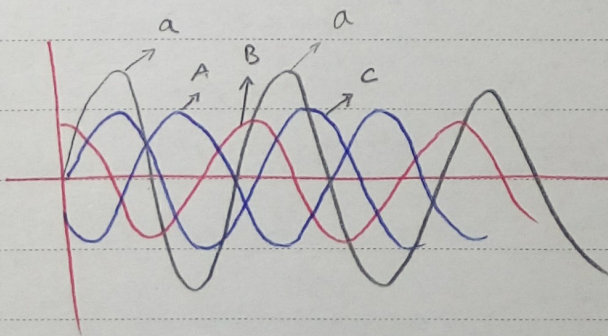
$P_{in} = P_{out} = 10 \text{ kW}$ $V_{dc} = 200 \text{ V}$ $\Delta V_{dc} = 0.1 V_{dc}$ ← V_{dc}

با فرض بار معادله خروجی

$\omega_i = 2\pi \cdot 60$ $\omega_o = 2\pi \cdot 400$ $\theta_i = \pi/6$ $\theta_o = 0$

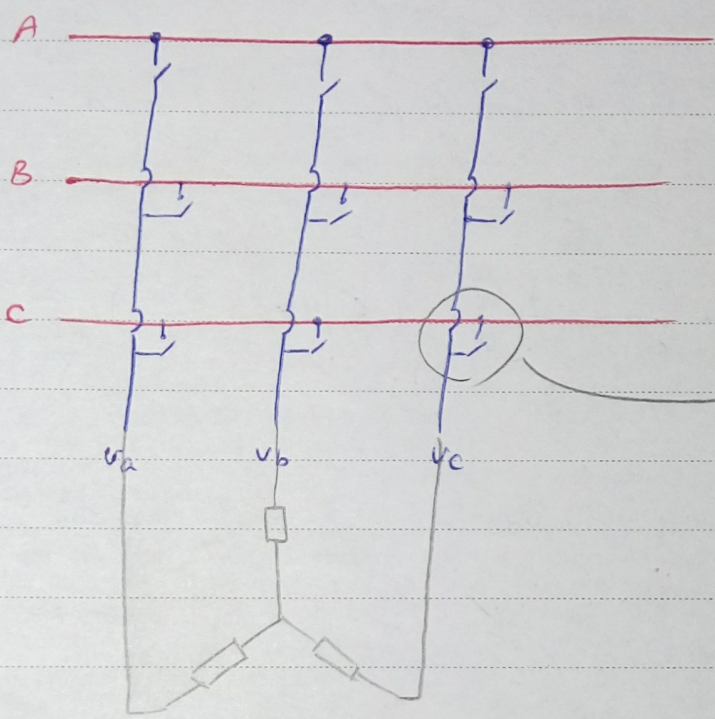
$$C = \frac{\Delta E_c}{\frac{1}{2} \left[(1.05 V_{dc})^2 - (0.95 V_{dc})^2 \right]}$$

صورتی با لایحه از سیکل بعدی گرفته شده است. (همزه‌های میانی را حذف)



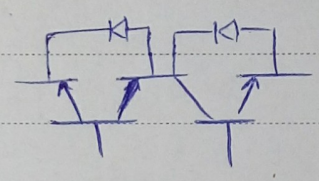
(عنه Buck کانفریگ) شباهت
شکل V_c, V_B, V_A, V_a

$$V_a = V_{ATA} + V_{BTB} + V_{CTC}$$



در واقع ۱۸ لوج داریم . چون دو طرف می خواهیم

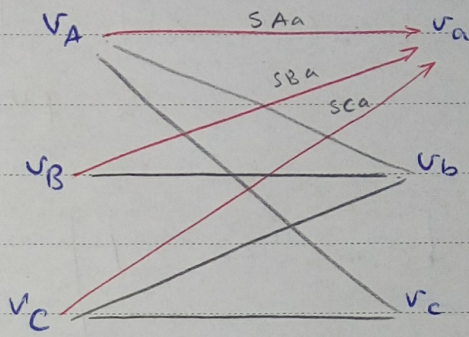
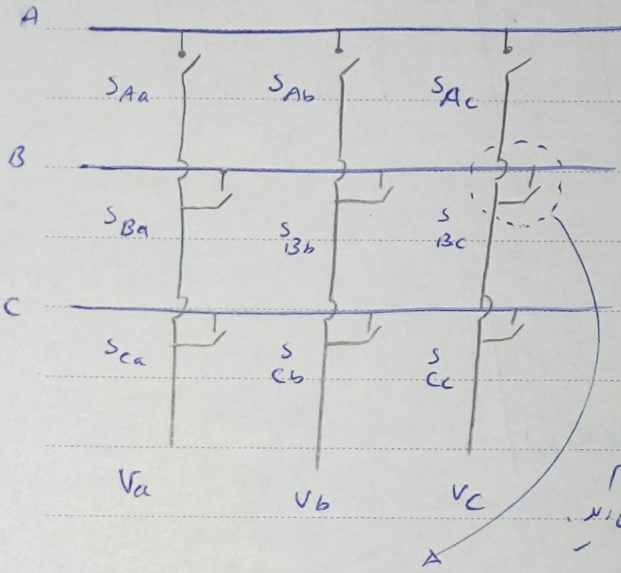
لذا داریم



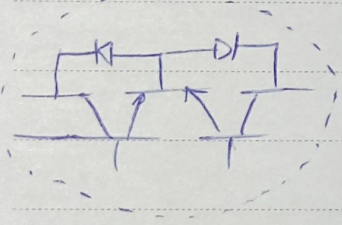
در لوج بدون مستقیم و غیر مستقیم داریم

مدل ماریسی ← مستقیم ← ولتدونی SVM
غیر مستقیم

هدف = هم زمان های T_c ، T_b ، T_a



✓ ولتاژ خروجی از دسترس ورودی و جریان ورودی از جریان خروجی بدست می آید



$$\begin{bmatrix} v_a(t) \\ v_b(t) \\ v_c(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{Aa}(t) & S_{Ba}(t) & S_{Ca}(t) \\ S_{Ab}(t) & S_{Bb}(t) & S_{Cb}(t) \\ S_{Ac}(t) & S_{Bc}(t) & S_{Cc}(t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_A \\ v_B \\ v_C \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} i_a(t) \\ i_b(t) \\ i_c(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{Aa}(t) & S_{Ab}(t) & S_{Ac}(t) \\ S_{Ba}(t) & S_{Bb}(t) & S_{Bc}(t) \\ S_{Ca}(t) & S_{Cb}(t) & S_{Cc}(t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix}$$

$$v_b(t) T_s = v_A(t) S_{Aa}(t) + v_B(t) S_{Ba}(t) + v_C(t) S_{Ca}(t)$$

$$\int_0^{T_s} v_o(t) dt = \int_0^{T_s} v_A(t) dt + \int_{S_{Aa}(t)}^{S_{Aa}(t) + S_{Ba}(t)} v_B(t) dt + \int_{S_{Aa}(t) + S_{Ba}(t)}^{T_s} v_C(t) dt$$

$$\begin{bmatrix} v_{ab} \\ v_{ba} \\ v_{ca} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_{Aa}(t) & M_{12} & M_{13} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{AN} \\ v_{BN} \\ v_{CN} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_{an} \\ V_{bn} \\ V_{cn} \end{bmatrix} = V_o \begin{bmatrix} \cos \omega_o t \\ \cos (\omega_o t + \frac{2\pi}{3}) \\ \cos (\omega_o t + \frac{4\pi}{3}) \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} V_{AN} \\ V_{BN} \\ V_{CN} \end{bmatrix} = V_i \begin{bmatrix} \cos (\omega_i t) \\ \cos (\omega_i t + \frac{2\pi}{3}) \\ \cos (\omega_i t + \frac{4\pi}{3}) \end{bmatrix}$$

$$V_o = q V_i$$

$$q \cos \omega_o t = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & M_{13} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \omega_i t \\ \cos (\omega_i t + \frac{2\pi}{3}) \\ \cos (\omega_i t + \frac{4\pi}{3}) \end{bmatrix}$$

$$q \cos \omega_o t = M_{11} \cos \omega_i t + M_{12} \cos (\omega_i t + \frac{2\pi}{3}) + M_{13} \cos (\omega_i t + \frac{4\pi}{3})$$

(منتخب این بار است. تفاوت فرکانس (ω_o) باید با فرکانس (ω_i) برابر باشد. M_{11} نسبت $\frac{11}{12}$ $\frac{13}{13}$)

$$\begin{cases} M_{11} = \cos (\omega_o + \omega_i) t \\ M_{12} = \cos ((\omega_o + \omega_i) t + \frac{2\pi}{3}) \\ M_{13} = \cos ((\omega_o + \omega_i) t + \frac{4\pi}{3}) \end{cases}, \quad \cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} \cos (\alpha + \beta) + \frac{1}{2} \cos (\alpha - \beta)$$

$$\begin{aligned} q \cos \omega_o t &= \frac{1}{2} \left[\cos (\omega_o t) + \cos (2\omega_i t + \omega_o) + \cos \omega_o t + \cos ((2\omega_i t + \omega_o) + \frac{2\pi}{3}) \right. \\ &\quad \left. + \cos \omega_o t + \cos ((2\omega_i t + \omega_o) + \frac{4\pi}{3}) \right] \\ &= \frac{3}{2} q \cos \omega_o t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{M_{11}}{12} \rightarrow M_{11} &= \frac{2}{3} q \cos (\omega_o + \omega_i) t \\ \frac{M_{12}}{13} \rightarrow M_{12} &= \frac{2}{3} q \cos ((\omega_o + \omega_i) t + \frac{2\pi}{3}) \\ \frac{M_{13}}{13} \rightarrow M_{13} &= \frac{2}{3} q \cos ((\omega_o + \omega_i) t + \frac{4\pi}{3}) \end{aligned}$$

$$\begin{cases}
 m_{11} = \frac{1}{3} (1 + 2q \cos(\omega_i + \omega_o)t) \\
 m_{12} = \dots + \frac{2\pi}{3} \\
 m_{13} = \dots + \frac{4\pi}{3}
 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases}
 A = \omega_m t \\
 \omega_m = \omega_o + \omega_i
 \end{cases}$$

$$M = \frac{1}{3} \begin{bmatrix}
 1 + 2q \cos At & 1 + 2q \cos(A + \frac{2\pi}{3}) & 1 + 2q \cos(A + \frac{4\pi}{3}) \\
 1 + 2q \cos(A + \frac{2\pi}{3}) & 1 + 2q \cos(A) & 1 + 2q \cos(A + \frac{2\pi}{3}) \\
 1 + 2q \cos(A + \frac{4\pi}{3}) & 1 + 2q \cos(A + \frac{2\pi}{3}) & 1 + 2q \cos(A)
 \end{bmatrix}$$

$$\text{if } v_o(t) = \begin{bmatrix} \cos \omega_o t \\ q v_i \cos(\omega_o t + \frac{2\pi}{3}) \\ \cos(\omega_o t + \frac{4\pi}{3}) \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} = \frac{q v_i}{|Z|} \begin{bmatrix} \cos(\omega_o t + \varphi) \\ \cos(\omega_o t + \frac{2\pi}{3} + \varphi) \\ \cos(\omega_o t + \frac{4\pi}{3} + \varphi) \end{bmatrix}$$

$$X \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix} = M^T \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix}$$

$\omega_o < \omega_i \leftarrow$ $| \omega_m | < \omega_i$ \leftarrow $\omega_o < \omega_i$ \leftarrow $\omega_m < \omega_i$ \leftarrow $\omega_o < \omega_i$
 $\omega_o = -\omega_i \leftarrow$ $\omega_m = 0$ \leftarrow $\omega_o = -\omega_i$ \leftarrow $\omega_m = 0$ \leftarrow $\omega_o = -\omega_i$
 $\omega_o = +\omega_i \leftarrow$ $\omega_m = +\omega_i$ \leftarrow $\omega_o = +\omega_i$ \leftarrow $\omega_m = +\omega_i$

از دو ورودی \leftarrow $\omega_m = +(\omega_o + \omega_i) \cdot \varphi^+$ \leftarrow $\omega_m = -(\omega_o + \omega_i) \cdot \varphi^+$
 (قابلیت جریان سازی در این مدل) \leftarrow $\omega_m = +(\omega_o + \omega_i) \cdot \varphi^-$ \leftarrow $\omega_m = -(\omega_o + \omega_i) \cdot \varphi^-$
 (این M می‌تواند در این دو حالت به $\text{PF} = 1$ می‌رسد) \leftarrow $\omega_m = +(\omega_o + \omega_i) \cdot \varphi^-$ \leftarrow $\omega_m = -(\omega_o + \omega_i) \cdot \varphi^-$

$$M_2 = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 + 2q \cos \beta & 1 + 2q \cos(\beta + \frac{2\pi}{3}) & 1 + 2q \cos(\beta + \frac{4\pi}{3}) \\ 1 + 2q \cos(\beta + \frac{2\pi}{3}) & 1 + 2q \cos(\beta + \frac{4\pi}{3}) & 1 + 2q \cos(\beta) \\ 1 + 2q \cos(\beta + \frac{4\pi}{3}) & 1 + 2q \cos(\beta + \frac{2\pi}{3}) & 1 + 2q \cos(\beta + \frac{4\pi}{3}) \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} M(t) = \alpha_1 M_1(t) + \alpha_2 M_2(t) \\ \alpha_1 + \alpha_2 = 1 \end{cases}$$

$$A = \omega_m t$$

$$B = -(\omega_o + \omega_i)t = -\omega_m t$$

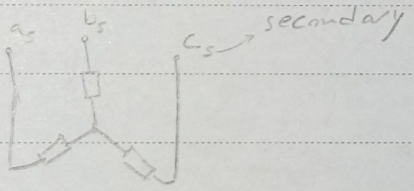
$$\begin{bmatrix} v_a \\ v_b \\ v_c \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} v_A \\ v_B \\ v_C \end{bmatrix} \rightarrow M_{11} = \left[\alpha_1 (1 + 2q \cos A) + \alpha_2 (1 + 2q \cos B) \right]$$

2 حالت کلیدی برای مدل مدارسی خواهیم داشت به با توجه به چهار بودن فازها و اتصال لولانه

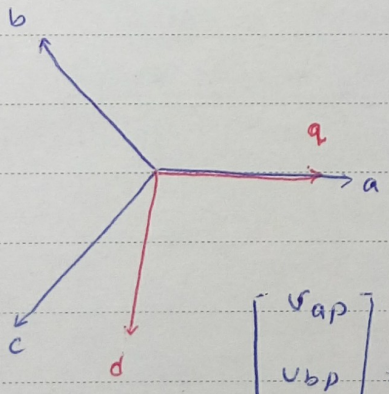
2⁹ → 27 حالت نامی می ماند

- 27 {
- ① گروه : کلمه حروفی ها بر حسب ورودی وصل شود (3) → (AAA) (BBB) (CCC)
 - ② گروه : حروفی ها به ورودی های متفاوت وصل شود (4) → (ABC) (ACB) (BAC) (BCA) (CAB) (CBA)
 - ③ گروه : 2 حروفی بر حسب ورودی وصل شود → (AAB) (AAC) (ABA) (ABB) (BCA) (ACC) (BAA) (BAB) (BBA) (BBC) (BCB) (BCC) (CAA) (CAC) (CBB) (CBC) (CCA) (CCB)

MATRIX



مجموعه sum معمولی برای این مدل نیز داریم



$$\begin{bmatrix} v_a \\ v_d \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & -\sqrt{3}/2 & \sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{as} \\ v_{bs} \\ v_{cs} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} v_{ap} \\ v_{bp} \\ v_{cp} \end{bmatrix} = v_p \begin{bmatrix} \cos \omega_p t \\ \cos (\omega_p t - 2\pi/3) \\ \cos (\omega_p t + 2\pi/3) \end{bmatrix}$$

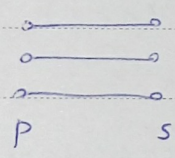
حرفی خطیون →

$$\begin{bmatrix} v_{as} \\ v_{bs} \\ v_{cs} \end{bmatrix} = v_s \begin{bmatrix} \cos \omega_s t \\ \cos (\omega_s t - 2\pi/3) \\ \cos (\omega_s t + 2\pi/3) \end{bmatrix}$$

AAA)

$$AAA \rightarrow \begin{cases} v_{as} = v_{ap} \\ v_{bs} = v_{ap} \\ v_{cs} = v_{ap} \end{cases} \quad \begin{bmatrix} v_q \\ v_d \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} \dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{ap} \\ v_{bp} \\ v_{cp} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, v = 0$$

ABC)



$$v_q = \frac{2}{3} \left[v_{as} - \frac{1}{2} v_{bs} - \frac{1}{2} v_{cs} \right] = \frac{2}{3} \left[v_{ap} - \frac{1}{2} v_{bp} - \frac{1}{2} v_{cp} \right]$$

$\begin{matrix} -v_{ap} \\ \uparrow \\ -\frac{1}{2}(v_{bp} + v_{cp}) \end{matrix}$

$$= v_{ap}$$

$$v_d = \frac{1}{\sqrt{3}} (v_{cs} - v_{bs}) = \frac{1}{\sqrt{3}} (v_{cp} - v_{bp}) = -\frac{1}{\sqrt{3}} v_{bc p}$$

$$\begin{cases} v_{abp} = \sqrt{3} v_p \sin(\omega p t + \frac{2\pi}{3}) \\ v_{bcp} = \sqrt{3} v_p \sin(\omega p t) \\ v_{cap} = \sqrt{3} v_p \sin(\omega p t - \frac{2\pi}{3}) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} |v| = ? \\ \Delta = ? \end{cases}$$

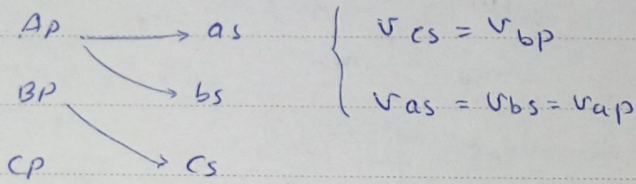
$$\begin{cases} |v| = \sqrt{v_d^2 + v_q^2} \\ \alpha_s = -\tan^{-1} \left(\frac{v_d}{v_q} \right) \end{cases} = \sqrt{v_{ap}^2 + \left(\frac{1}{\sqrt{3}} v_{bc} \right)^2} \Delta = -\tan^{-1} \left(\frac{\frac{1}{\sqrt{3}} v_{bc p}}{v_{ap}} \right) = \omega p t$$

- ACB → $v_p - \omega p t$
- BAC → " $-\omega p t + \frac{2\pi}{3}$
- BCA → " $\omega p t - \frac{2\pi}{3}$
- CAB → " $-\omega p t - \frac{2\pi}{3}$
- CBA → " $\omega p t + \frac{2\pi}{3}$

✓ این 4 بردار از بردار v_p در خلاف جهت یکدیگر ثابت نیستند و در حال حرکت هستند.

بنابراین فعلاً از این 4 بردار استفاده نمی‌کنیم و از تقسیم بردارها

استفاده می‌کنیم.



$$v_q = \frac{2}{3} (v_{cs} - v_{bs}) = \frac{1}{\sqrt{3}} (v_{bp} - v_{ap}) = \frac{1}{3} v_{abp}$$

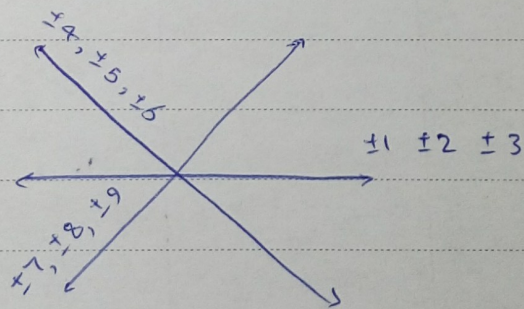
$$v_d = \frac{1}{\sqrt{3}} (v_{cs} - v_{bs}) = \frac{1}{\sqrt{3}} (v_{cp} - v_{bp}) = \frac{-1}{\sqrt{3}} v_{bcp}$$

$$\sqrt{\left(\frac{1}{3} v_{abp}\right)^2 + \left(\frac{-1}{\sqrt{3}} v_{bcp}\right)^2} \angle -\tan^{-1}\left(\frac{v_q}{v_d}\right) = \frac{2}{3} v_{abp} \angle \frac{\pi}{3}$$

∴ SVM \angle $\frac{\pi}{3}$

	mode	v_{as}	v_{bs}	v_{cs}	v_d	v_q	$ v $	\angle	I_p	ϕ	
	AAA										
	BBB						0	0	0	0	
	CCC										
	ABC						v_p	$\omega p t$			
	ACB							$-\omega p t$			
	BAC							$-\omega p t + \frac{2\pi}{3}$			
	BCA							$\omega p t - \frac{2\pi}{3}$			
	CAB							$-\omega p t - \frac{2\pi}{3}$			
	CBA							$\omega p t + \frac{2\pi}{3}$			
-7	AAB							$\frac{2}{3} v_{abp}$	$\frac{\pi}{3}$		
-7	AAC							$\frac{2}{3} v_{cap}$	$-\frac{2\pi}{3}$		
-4	ABA						$\frac{2}{3} v_{abp}$	$-\frac{\pi}{3}$			

	mde		ivl	δ
+1	ABB		v_{abp}	0
+4	ACA		v_{cap}	$2\pi/3$
-3	ACC		v_{abp}	π
-1	BAA		v_{abp}	π
+4	BAB		v_{abp}	$2\pi/3$
+7	BBA		v_{bcp}	$-2\pi/3$
-8	BBC		v_{bcp}	$\pi/3$
-5	BCB		v_{bcp}	$-\pi/3$
+2	BCC		v_{cap}	0
+3	CAA		v_{cap}	0
-6	CAC		v_{bcp}	$-\pi/3$
-2	CBB		v_{bcp}	π
+5	CBC			$2\pi/3$
-9	CCA			$\pi/3$
+8	CCB			$-2\pi/3$



رای جهن هم بدین بار را اعتم و هم

$$\begin{bmatrix} I_{as} \\ I_{bs} \\ I_{cs} \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} \cos(\omega_s t - \varphi_s) \\ \cos(\omega_s t - \frac{2\pi}{3} - \varphi_s) \\ \cos(\omega_s t + \frac{2\pi}{3} - \varphi_s) \end{bmatrix}$$

AAA) $I_{ap}, I_{bp}, I_{cp} = 0$

