

ای نام تو بهترین سر آغاز





فیوزها

مدرس: نبی اله رضانی





❖ فیوزها:

– ساده ترین رله حفاظتی است که عمل محافظت از مدارات الکتریکی در برابر جریان های ناشی از اتصال کوتاه است.



– آشنا ترین دستگاه حفاظتی

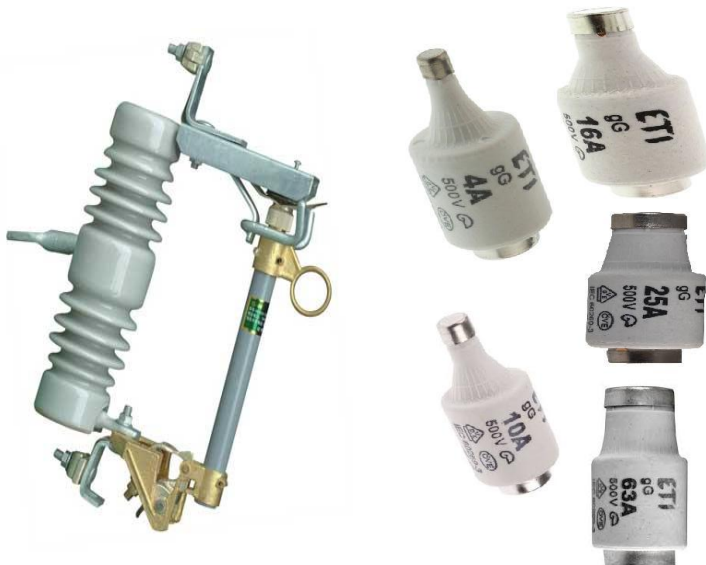
– دستگاه حفاظتی تک فاز

– انجام یکپارچه عملیات حفاظتی یعنی هم اندازه گیری می کند، هم تصمیم گیری و هم قطع اتصال کوتاه را انجام می دهد.
– غیر قابل برگشت یعنی: لزوم تعویض

در صورت عملکرد

مشکلات:

- باعث نامتعادلی (بدلیل عملکرد یک فاز)
- هر چه ولتاژ شبکه بالاتر رود فاصله دو ترمینال فیوز بیشتر شده که مقرون به صرفه نیست
- برای قتعویض المان فیوزی نیاز به بالا رفتن از تیر بوده که زمانبر است.





❖ انواع فیوزها:

۱- از نظر ولتاژ شبکه

- الف- فیوزهای فشار ضعیف: کمتر از ۱۰۰۰ ولت متناوب و ۱۵۰۰ ولت مستقیم (NH یا HRC)
- (High Rupturing Capacity) و LS (فیوز فشنگی))
- ب- فیوزهای فشارقوی: در شبکه های بالاتر از ۱۰۰۰ ولت متناوب بکار می رود (فیوز Cut out)

۲- توانایی قطع جریان

- الف- کم: در محدوده چند ده آمپر (زیر ۱۰۰ آمپر)
- ب- زیاد (NH یا HRC): جریان های اتصال کوتاه تا ۲۰۰ کیلو آمپر و بیشتر

۳- نحوه نصب

- الف- در فشار ضعیف: فشاری-پیچی
- ب- در فشارقوی: کات اوت (ولتاژهای ۲/۶ تا ۳۴/۵ کیلو ولت)
- و جریان نامی آنها از ۶ تا ۲۰۰ کیلو آمپر، ظرفیت قطع آنها از ۲ کیلو آمپر در ولتاژهای بالا تا ۲۰ کیلو آمپر در ولتاژهای پایین متغیر است.

غیر قابل قطع زیر بار

قابل قطع زیر بار



❖ انواع فیوزها:

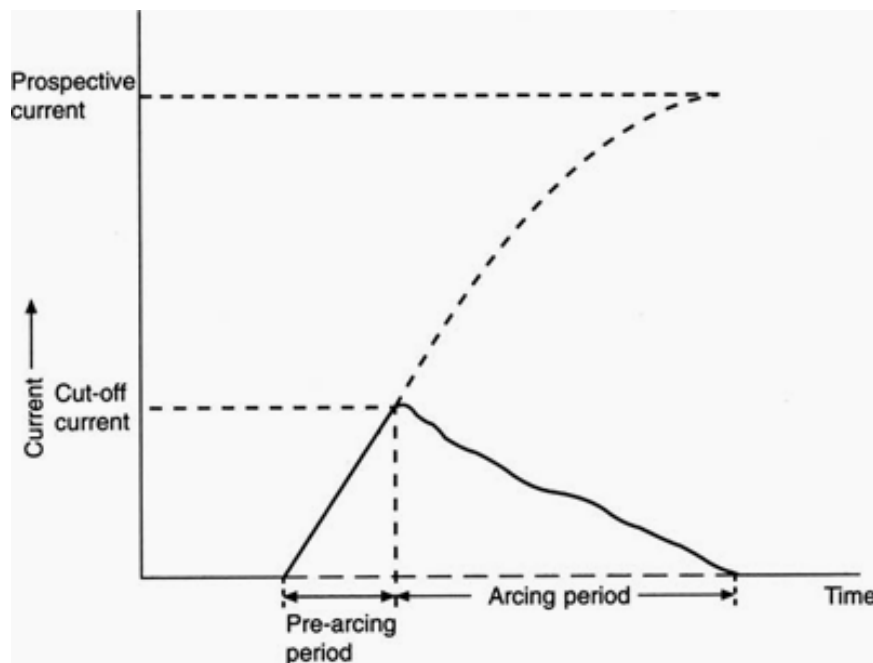
۴- از نحوه عملکرد

الف-Expulsion: غیرمحدودکننده جریان

ب-Non-expulsion: محدود کننده/غیرمحدودکننده جریان

- محدود کننده جریان:

در اثر وقوع خطا، جریان بسیار بزرگ I_f از فیوز و مدار می گذرد. چنانچه فیوز محدود کننده در مدار باشد جریان قبل از اینکه به پیک خود برسد توسط فیوز قطع می شود.



- غیرمحدودکننده جریان:

جریان های اتصال کوتاه بزرگ بدون اینکه قبل از رسیدن به پیک قطع شوند از فیوز و در نتیجه تجهیزات تحت حفاظت عبور می کنند (فیوزهای انفجاری).



❖ انواع فیوزها:

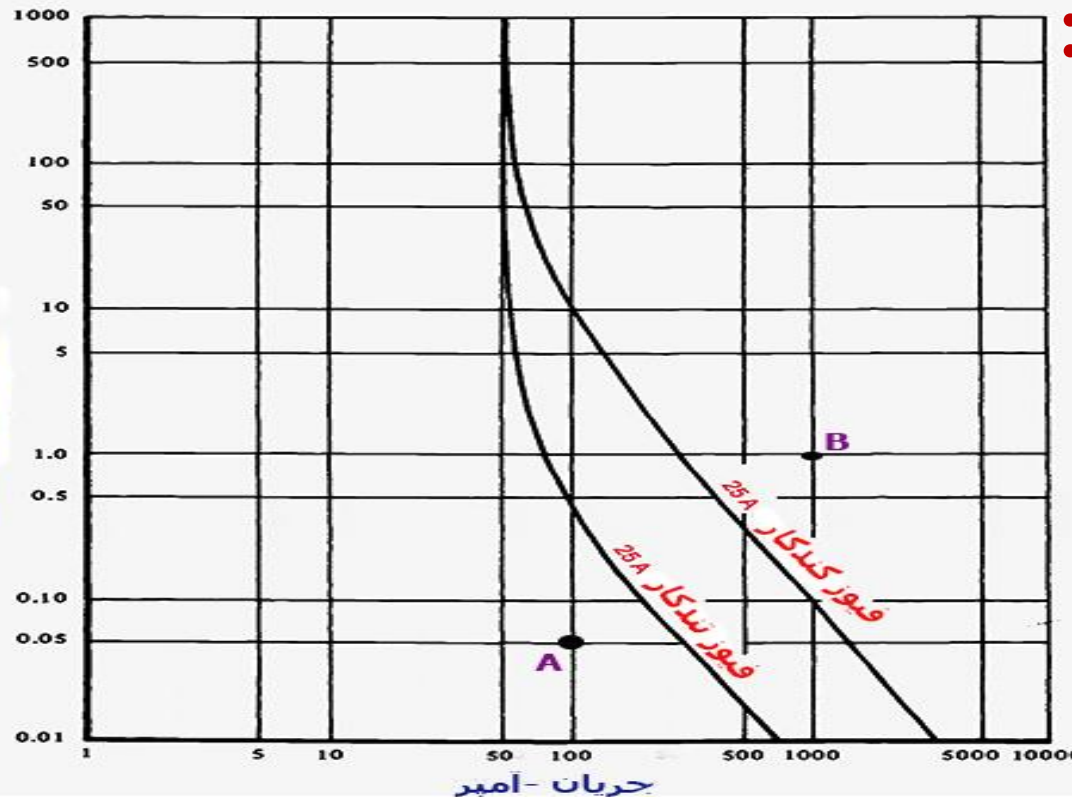
۵- سرعت عملکرد

الف- فیوز تندکار
(فرز-نوع L (Lighting))

ب- کندکار

(تنبل- نوع M (موتوری))

زمان عملکرد فیوز



۶- نحوه کاربرد

الف- نوع g (General Purpose) - قابلیت قطع همه جریان‌های بیشتر از جریان مینیمم فیوزی

ب- نوع a (Back-up) - قابلیت قطع جریان‌های بیشتر از چند برابر جریان مینیمم فیوزی

استانداردهای مربوط:

1. IEEE Std C37.48 -2005
2. IEC 269



❖ مشخصات و پارامترهای مهم فیوزها:

۱- **مقادیر نامی:** توسط کارخانه سازنده برای شرایط عملکرد معین مشخص می گردد.

الف- جریان نامی (I_n): مطابق استاندارد IEC جریانی است که فیوز می تواند در محیطی که درجه حرارت آن از ۴۰ درجه بیشتر نیست بطور پیوسته از خود عبور دهد. بطوری که افزایش درجه حرارت فیوز، از حد مشخص شده توسط استاندارد تجاوز نکند را جریان نامی فیوز گویند.

ب- ولتاژ نامی (V_n): ولتاژی است که روی هر فیوز نوشته شده است. مثلاً برای ولتاژهای پایین مقادیر استاندارد ولتاژ نامی برای سیستم AC، ۵۰۰ یا ۶۶۰ ولت و برای سیستم DC، ۴۴۰ ولت است.

ج- ظرفیت قطع (Breaking capacity**):** در حالتی که ولتاژ شبکه کوچکتر یا مساوی ولتاژ نامی باشد حداکثر جریان منتظره ای است که فیوز قادر است قطع کند بدون اینکه هیچ آسیبی ببیند.

۲- **جریان منتظره (**Prospective current**):** اگر در یک مدار دو سر فیوز را با عنصری که امپدانس آن ناچیز است اتصال کوتاه کنیم مقدار جریانی است که از مدار عبور می کند.



❖ مشخصات و پارامترهای مهم فیوزها:

۳- **جریان قطع $I_{cut-off}$:** حداکثر جریانی که اگر فیوز از خود عمل محدودکنندگی جریان را نشان دهد از مدار خواهد گذشت.

۴- **زمان قبل از قوس t_{pre} (Pre-arcing time):** مدت زمانی که لازم است تا درجه حرارت المان فیوژی افزایش یافته (پس از وقوع اتصال کوتاه و دیدن جریان اتصال کوتاه) وبه نقطه ذوب خود برسد.

۵- **زمان قوس t_{arc} (Arcing time):** فاصله زمانی بین شروع قوس تا قطع کامل جریان را زمان قوس گویند.

۶- **زمان عملکرد فیوز t_{op} (Operating time- total clearing time):** مجموع زمان قبل از قوس و زمان قوس را گویند.

$$t_{op} = t_{pre} + t_{arc}$$

نکته:

-اگر فیوز عمل محدود کنندگی جریان نشان ندهد
آنگاه حتما:

$$t_{pre} \geq 0.01 \text{ sec} \rightarrow (20\text{ms}/2)$$

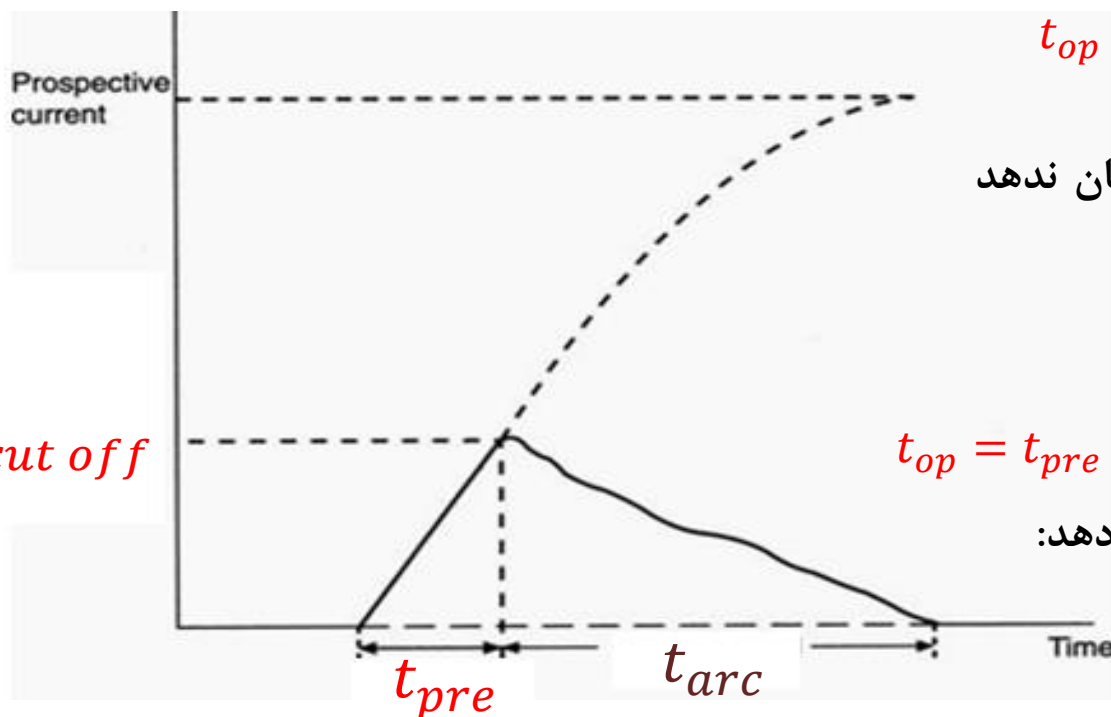
$$t_{op} \gg t_{arc}$$

$$t_{op} = t_{pre} + t_{arc} \Rightarrow t_{op} \approx t_{pre} \geq 0.01$$

-اگر فیوز عمل محدود کنندگی جریان نشان دهد:

$$t_{pre} < 0.01 \text{ sec}$$

$$\Rightarrow t_{op} = t_{pre} + t_{arc}$$





❖ مشخصات و پارامترهای مهم فیوزها:

۷- **جریان مینیمم فیوزی** I_m (*minimum fusing current*): حداقل جریانی است که اگر از فیوز بگذرد باعث ذوب آن در طی زمان بی نهایت (چند ساعت) می گردد.

۸- **ضریب فیوزی** (*fusing factor*): نسبت جریان مینیمم فیوزی به جریان نامی

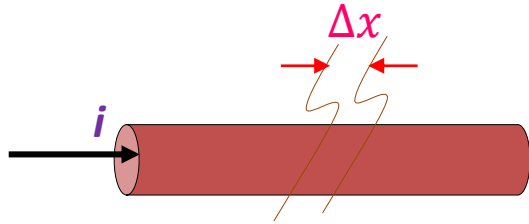
$$k = \frac{I_m}{I_n}$$

ضریب فیوزی	کلاس
$1.25 >$	P
$1.75 >$	Q
$1.75 <$	K
$3 <$	R



❖ مکانیزم عملکرد فیوزها:

➤ تبادل انرژی در فیوزها:



فرض: سیم فیوز بصورت استوانه توپر

نکته: بخشی از انرژی داده شده به قسمت Δx سیم فیوز بصورت تلفات حرارتی طولی و شعاعی و مابقی در داخل خود سیم تلف می شود که باعث افزایش درجه حرارت سیم فیوز می گردد.

۱. انرژی داده شده به بخش Δx سیم فیوز برابر است با:

مقاومت ویژه سیم فیوز ($\Omega \cdot mm$)

$$R_{\Delta x} \cdot i^2 \cdot \Delta t = \frac{\rho \cdot \Delta x}{S} i^2 \cdot \Delta t = \text{انرژی داده شده به سیم فیوز}$$

سطح مقطع سیم فیوز (mm^2)

۲. تلفات حرارتی طولی: حرارت هنگامیکه از نقطه ای بطول x به نقطه ای بطول $x + \Delta x$ انتقال یابد مقداری تلف می شود که به تلف حرارتی طولی موسوم است.

مقدار گرمایی که در زمان t از نقطه ای بطول x و سطح مقطع S سیم فیوز عبور می کند با حاصلضرب سطح مقطع در مشتق T نسبت به x متناسب است:

$$Q = -kS \frac{\partial T}{\partial x}$$



تبادل انرژی در فیوزها (ادامه): ➤

بنابراین تلف حرارتی طولی برابر است با: (با زمان Δt)

$$\Delta Q_x - \Delta Q_{x+\Delta x} = -k \cdot \Delta t \cdot \left[\frac{\partial T(x,t)}{\partial x} - \frac{\partial T(x+\Delta x,t)}{\partial x} \right] \cdot S$$

➔ $\lim_{\Delta t, \Delta x \rightarrow 0} (\Delta Q_x - \Delta Q_{x+\Delta x}) = k \cdot \Delta x \cdot S \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \cdot \Delta t$

$\frac{W}{^\circ\text{C} \cdot \text{mm}}$ رسانایی طولی حرارتی

۳. تلفات حرارتی شعاعی: مقدار حرارتی است که المان فیوزی با محیط اطراف خود مبادله می کند برابر است با:

درجه حرارت محیط ($^\circ\text{C}$)

$$\text{تلفات حرارتی شعاعی} = \frac{T - T_0}{g} \cdot \Delta x \cdot \Delta t$$

مقاومت شعاعی حرارتی ($\frac{^\circ\text{C} \cdot \text{mm}}{W}$)



➤ تبادل انرژی در فیوزها (ادامه):

بنابراین تلف حرارتی طولی برابر است با: (با زمان Δt)

$$\Delta Q_x - \Delta Q_{x+\Delta x} = -k \cdot \Delta t \cdot \left[\frac{\partial T(x,t)}{\partial x} - \frac{\partial T(x+\Delta x,t)}{\partial x} \right] \cdot S$$

$$\xrightarrow{\text{Yellow Arrow}} \lim_{\Delta t, \Delta x \rightarrow 0} (\Delta Q_x - \Delta Q_{x+\Delta x}) = k \cdot \Delta x \cdot S \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \cdot \Delta t$$

$$\frac{W}{^\circ\text{C} \cdot \text{mm}} \quad \text{رسانایی طولی حرارتی}$$

۳. تلفات حرارتی شعاعی: مقدار حرارتی است که المان فیوزی با محیط اطراف خود مبادله می کند برابر است با:

$$\text{تلفات حرارتی شعاعی} = \frac{T - T_0}{g} \cdot \Delta x \cdot \Delta t$$

$\xrightarrow{\text{Blue Arrow}} \text{درجه حرارت محیط } (^\circ\text{C})$
 $\xrightarrow{\text{Blue Arrow}} \left(\frac{^\circ\text{C} \cdot \text{mm}}{W} \right) \text{مقاومت شعاعی حرارتی}$

۴. اختلاف انرژی داده شده به سیم فیوز با تلفات حرارتی، صرف بالا رفتن دمای سیم فیوز می شود. می دانیم گرمای لازم برای اینکه جسمی به جرم M و سطح مقطع S بطول Δx و گرمای ویژه C به اندازه ΔT بالا برود برابر است با:

$$Q = M \cdot C \cdot \Delta T = m \cdot (S \cdot \Delta x) \cdot C \cdot \Delta T$$

$\xrightarrow{\text{Red Arrow}} \left(\frac{J}{\text{gr} \cdot ^\circ\text{C}} \right) \text{گرمای ویژه}$
 $\xrightarrow{\text{Red Arrow}} \left(\frac{\text{gr}}{\text{mm}^3} \right) \text{جرم حجمی}$



تبادل انرژی در فیوزها (ادامه): ➤

بنابراین:

$$m \cdot s \cdot \Delta x \cdot C \cdot \Delta T = \frac{\rho \cdot \Delta x}{S} i^2 \cdot \Delta t - \left(K \cdot S \cdot \Delta x \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \cdot \Delta t + \frac{T - T_0}{g} \Delta x \cdot \Delta t \right)$$

با حذف Δx از طرفین معادله و $\Delta t \rightarrow 0$:

$$m \cdot s \cdot C \cdot \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\rho}{S} i^2 - \left(K \cdot S \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{T - T_0}{g} \right) \quad (1)$$

رابطه حاکم بر فیوز

✓ مکانیزم عملکرد فیوز تا قبل از جرقه

۱- حالت ماندگار

در مبحث حالت ماندگار با جریان‌های حوالی جریان نامی (مانند اضافه بار) سروکار داریم. پس جریان عبوری ثابت بوده و از تلفات طولی (طول کوتاه فیوز و تغییر دمای طول فیوز تقریباً در حالت ماندگار ثابت است) صرف نظر می‌شود. هدف تعیین حداکثر بار عبوری از فیوز در کوتاه مدت (کمتر از چند دقیقه) بدون ذوب شدن فیوز.

$$\frac{\partial T}{\partial t} = 0 \quad \xrightarrow{\textcircled{1}} \quad 0 = \frac{\rho}{S} i^2 - \left(\frac{T - T_0}{g} \right) \quad \Rightarrow \quad \frac{\rho}{S} I_{rms}^2 = \left(\frac{T - T_0}{g} \right)$$



✓ مکانیزم عملکرد فیوز تا قبل از جرقه

۱- حالت ماندگار (ادامه)

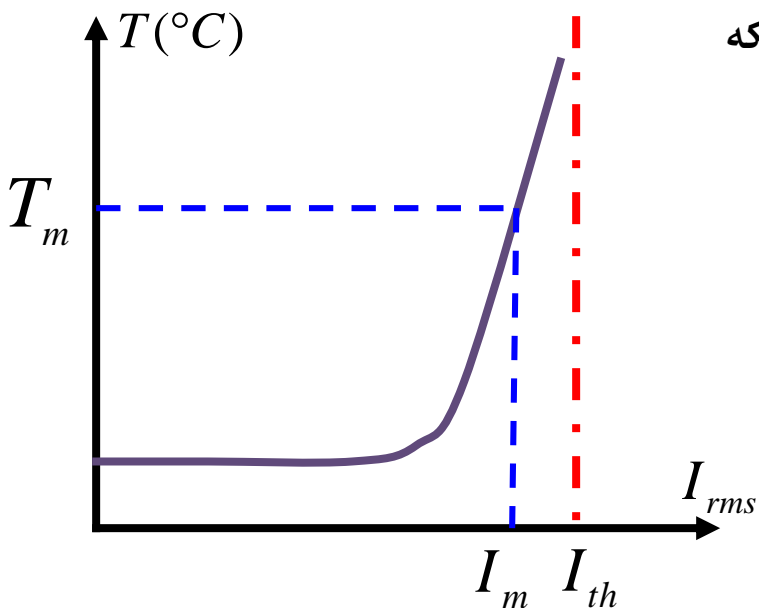
$$\Rightarrow \frac{\rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]}{S} I_{rms}^2 = \left(\frac{T - T_0}{g} \right) \Rightarrow T = T_0 + \frac{1}{\alpha} \left(\frac{I_{rms}^2}{I_{th}^2 - I_{rms}^2} \right) \quad (2)$$

$$I_{th} = \sqrt{\frac{S}{\rho_0 g \alpha}}$$

که:

جریان حرارتی

اثر حرارتی جریان AC بمانند اثر حرارتی مقدار rms آن است.



تعیین I_m : چقدر جریان اضافه بار می تواند از فیوز عبور کند بدون آنکه در کوتاه مدت (از چند دقیقه تا یکی دو ساعت) باعث قطع مدار گردد (یعنی دمای فیوز تقریباً T_m باشد)

$$T_m = T_0 + \frac{1}{\alpha} \left(\frac{I_m^2}{I_{th}^2 - I_m^2} \right) \Rightarrow$$

جریان مینیمم فیوزی

$$I_m = \sqrt{\frac{S(T_m - T_0)}{g\rho_0[1 + \alpha(T_m - T_0)]}}$$



✓ مکانیزم عملکرد فیوز تا قبل از جرقه

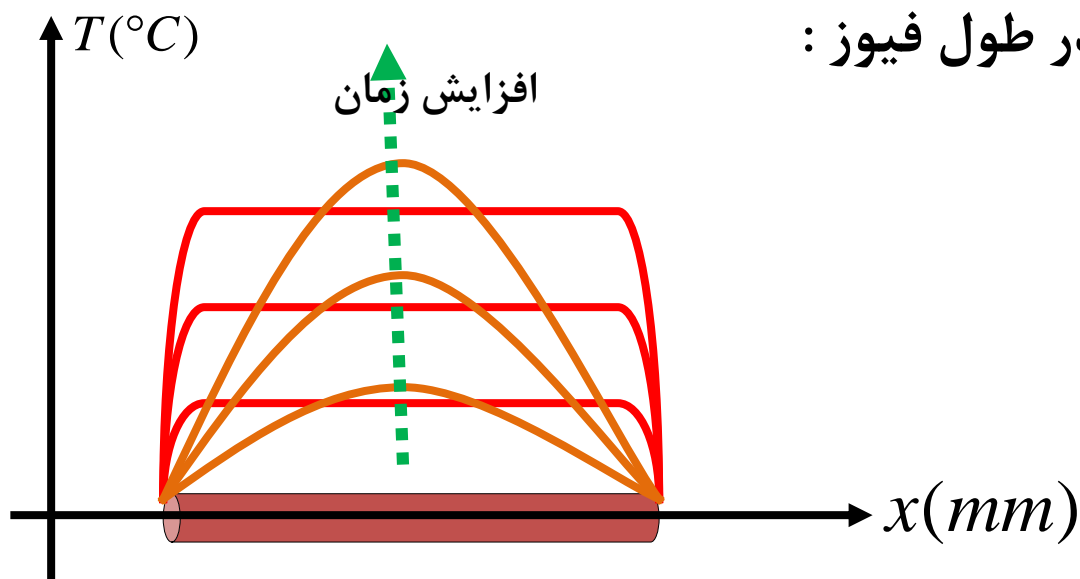
T_0 : درجه حرارت محیط. هرچه اطراف سیم فیوز خنکتر باشد جریان بیشتری در درازمدت می تواند از آن عبور کند.

I_m : به دو عامل بستگی دارد:

S : سطح مقطع سیم فیوز: یعنی هر چه سطح مقطع سیم فیوز افزایش یابد جریان بیشتری می تواند از آن عبور کند.

سایر پارامترهای موجود در رابطه مینیمم جریان فیوزی، بستگی به جنس سیم فیوز دارد.

• توزیع درجه حرارت در طول فیوز :



— حالت ماندگار

— حالت گذرا

✓ مکانیزم عملکرد فیوز تا قبل از جرقه

۱- حالت اتصال کوتاه (گذرا)

بدلیل تغییرات شدید جریان در یک زمان بسیار کوتاه، از تلفات طولی و شعاعی صرفنظر می شود.

$$\Rightarrow m.s.C. \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{i^2 \rho_0 [1 + \alpha(T_m - T_0)]}{S}$$

$$\Rightarrow \int_{T_0}^{T_m} \frac{mCS^2}{\rho_0} \cdot \frac{dT}{1 + \alpha(T - T_0)} = \int_0^{t_{pre}} i^2 dt$$

جریان عبوری قبل از اتصال کوتاه می تواند فیوز را در شرایط گرم قرار دهد.

$$\Rightarrow S^2 \left(\frac{mC}{\rho_0 \alpha} \right) \ln[1 + \alpha(T_m - T_0)] = \int_0^{t_{pre}} i^2 dt$$

$$\Rightarrow k_m S^2 = \int_0^{t_{pre}} i^2 dt$$

انتگرال $I^2 t$

(انتگرال ژول)

حاصل این انتگرال:

- به جریان عبوری وابسته نیست.

- به مشخصات فیوز و سطح مقطع سیم فیوز وابسته است.

• برای t_{pre} های زیاد و در حد چند سیکل:

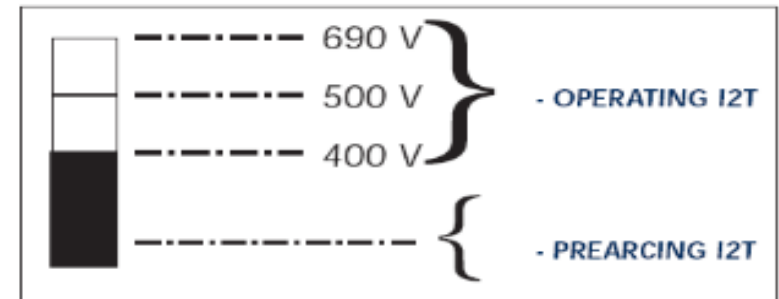
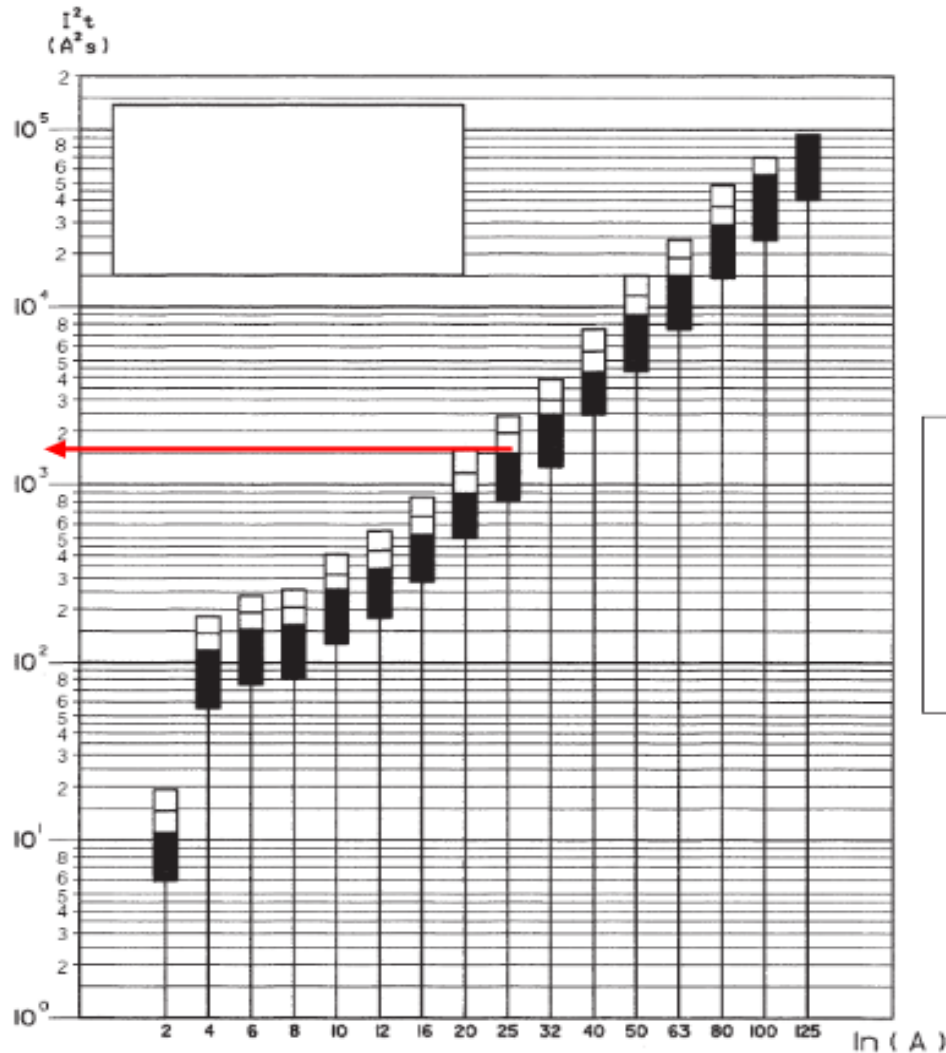
$$k_m S^2 = \int_0^{t_{pre}} i^2 dt \approx I_{rms}^2 t_{pre} \Rightarrow t_{pre} = \frac{k_m S^2}{I_{rms}^2}$$



✓ مکانیزم عملکرد فیوز تا قبل از جرقه

- مقدار انتگرال $I_{rms}^2 t_{pre}$ بیان کننده مقدار انرژی است که باید به فیوز داده شود تا درجه حرارت آن از حالت عادی به مقدار ذوب خود برسد و قوس ایجاد گردد.

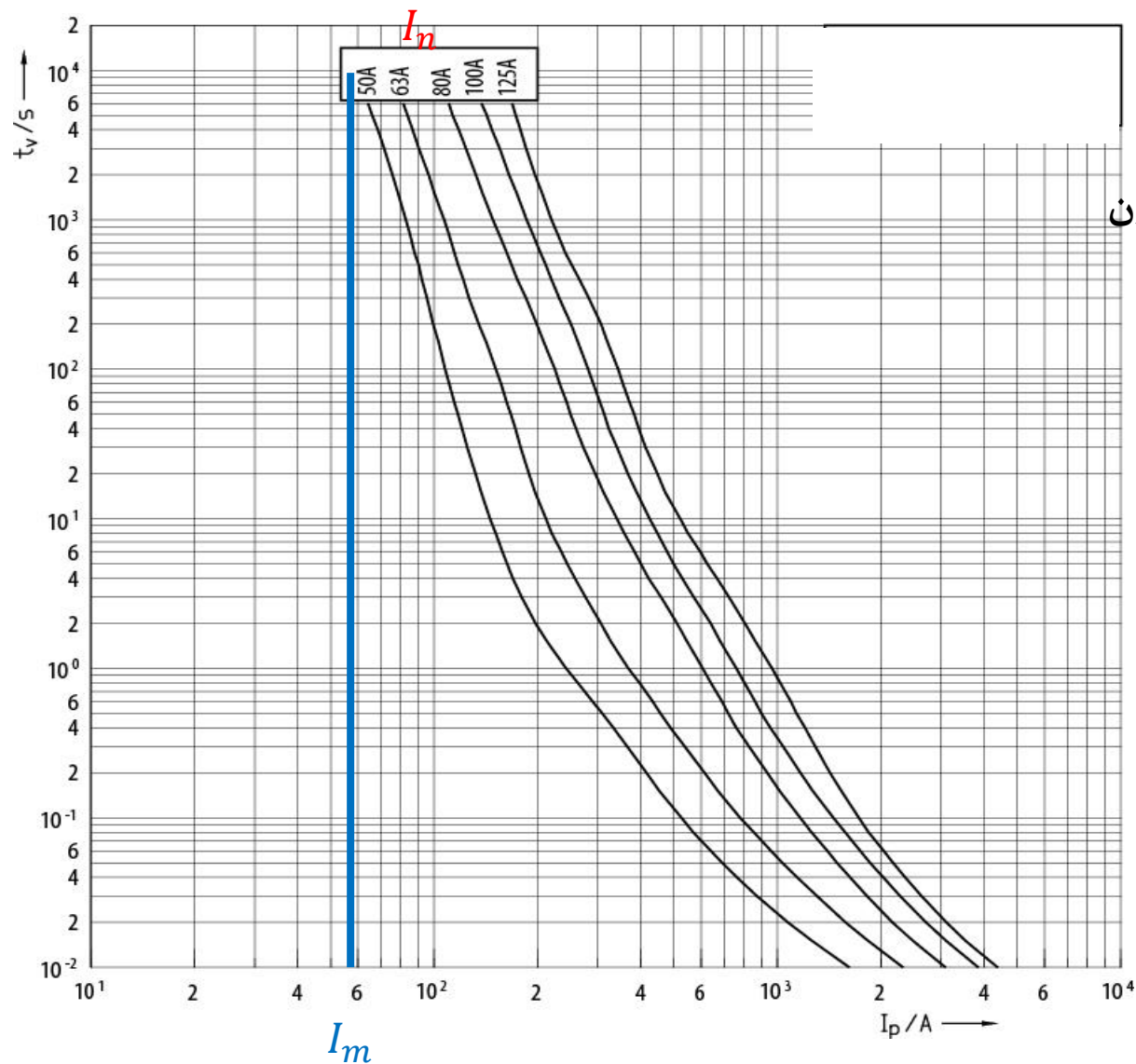
- مقدار انتگرال $I_{rms}^2 t_{op}$ بیان کننده مقدار انرژی است که باید به فیوز داده شود تا بطور کامل جریان را قطع کند.





✓ مکانیزم عملکرد فیوز تا قبل از جرقه

• منحنی مشخصه عملکرد TCC – (Time Current Characteristic)

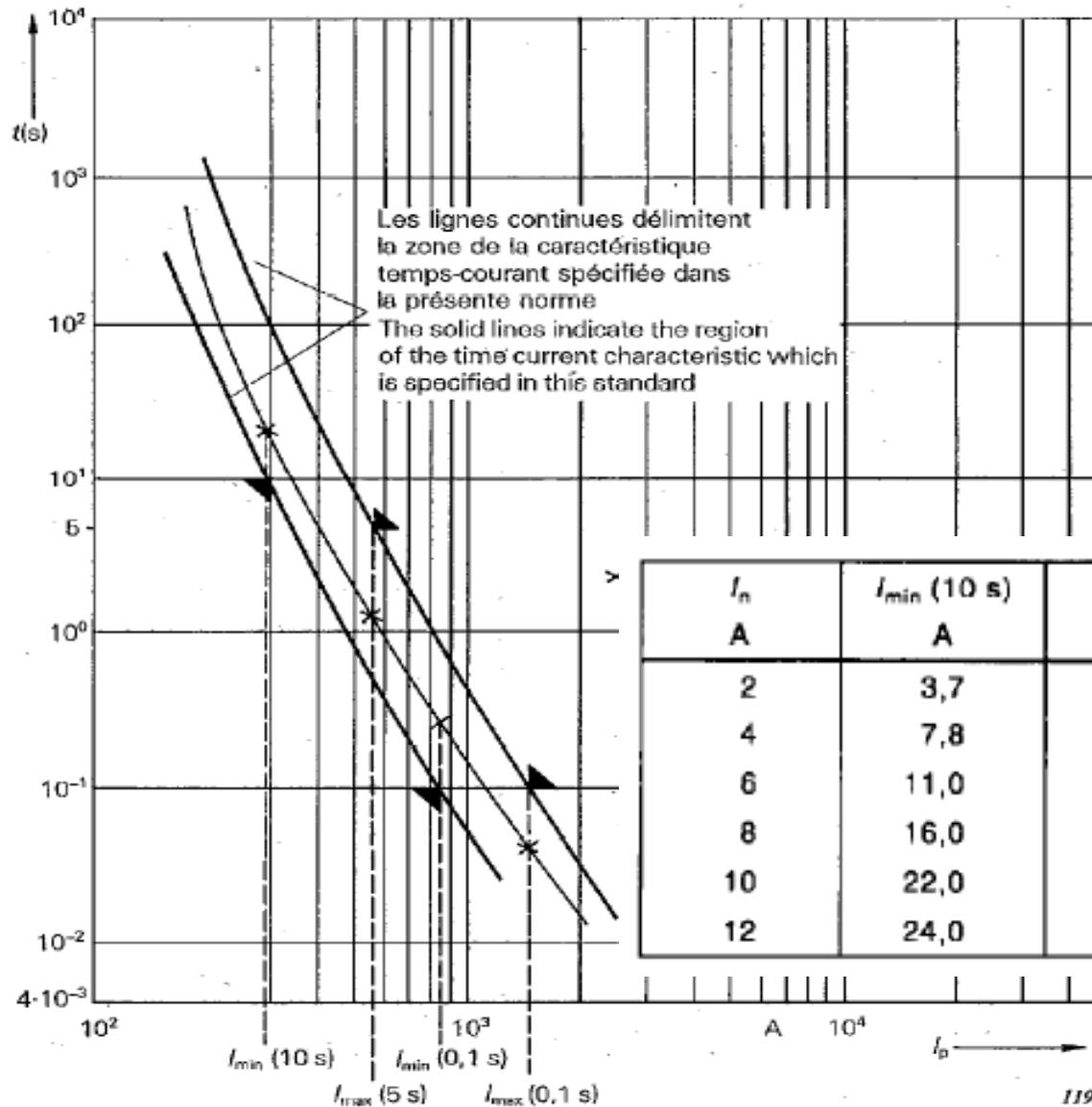


مشخصه های TCC با فرض بدون
مولفه DC جریان اتصال کوتاه



✓ مکانیزم عملکرد فیوز تا قبل از جرقه

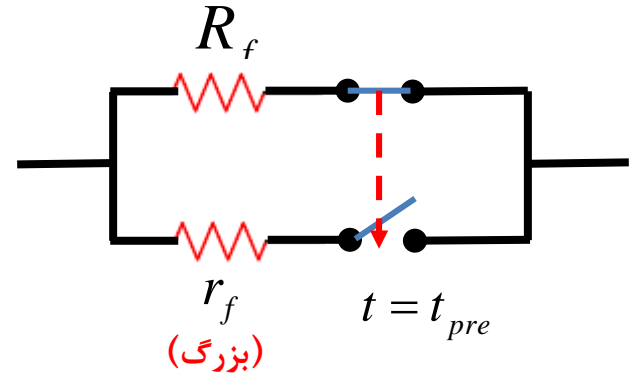
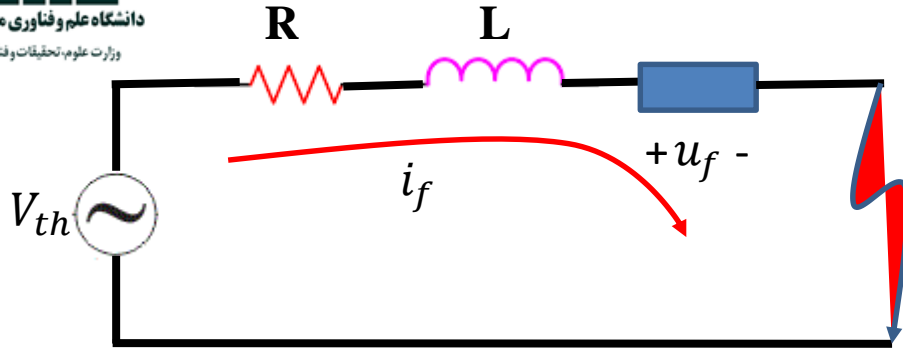
• ۴ نقطه مهمی که IEC-269 تعیین می کند بقرار زیر است:



I_n A	$I_{min}(10s)$ A	$I_{max}(5s)$ A	$I_{min}(0.1s)$ A	$I_{max}(0.1s)$ A
2	3,7	9,2	6,0	23,0
4	7,8	18,5	14,0	47,0
6	11,0	28,0	26,0	72,0
8	16,0	35,2	41,6	92,0
10	22,0	46,5	58,0	110,0
12	24,0	55,2	69,6	140,4

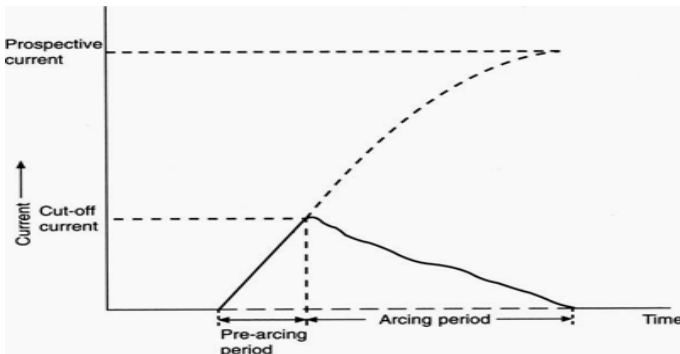


✓ مکانیزم عملکرد فیوز در حین جرقه



با بروز خطا و عبور جریان‌های بالای اتصال کوتاه از سیم فیوز، دمای سیم فیوز شروع به بالا رفتن می‌کند تا سیم فیوز به نقطه ذوب خود برسد. به محض رسیدن یک یا چند نقطه سیم فیوز به نقطه ذوب گلوله مذاب تشکیل شده و جریان بر روی جرقه (قوس الکتریکی) برقرار می‌گردد. در این حالت مقاومت محل قوس (فیوز) سریعاً افزایش یافته و افت ولتاژ دو سر فیوز یا ولتاژ جرقه (u_f) نیز به سرعت افزایش می‌یابد. **برای شروع عملیات قطع باید ولتاژ جرقه بر ولتاژ شبکه غلبه نماید.**

$$L \frac{di}{dt} + Ri + u_f = v_{th} \quad \Rightarrow \quad \frac{di}{dt} = \frac{v_{th} - u_f}{L}$$



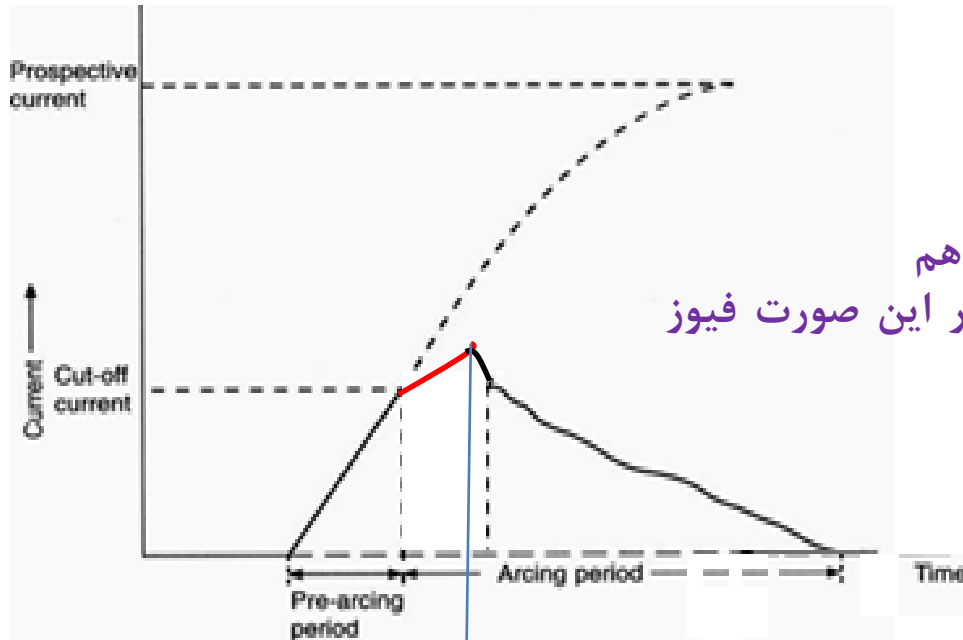
$$\frac{di}{dt} < 0 \quad \leftarrow \quad \text{اگر } u_f > v_{th} \quad \textcircled{1}$$

پروسه قطع جریان شروع می‌گردد.



✓ مکانیزم عملکرد فیوز در حین جرقه

2) اگر $u_f < v_{th}$ ← $\frac{di}{dt} > 0$ ← با وجود قوس، جریان همچنان سیر افزایشی خواهد داشت ولی با سرعت کمتری.



نکته: ممکن است طول فیوز را قوس فرا گیرد و باز هم ولتاژ قوس بر ولتاژ شبکه نتواند غلبه کند که در این صورت فیوز عمل قطع کنندگی را نمی تواند انجام دهد پس: ولتاژ نامی فیوز نقش مهمی بازی می کند.

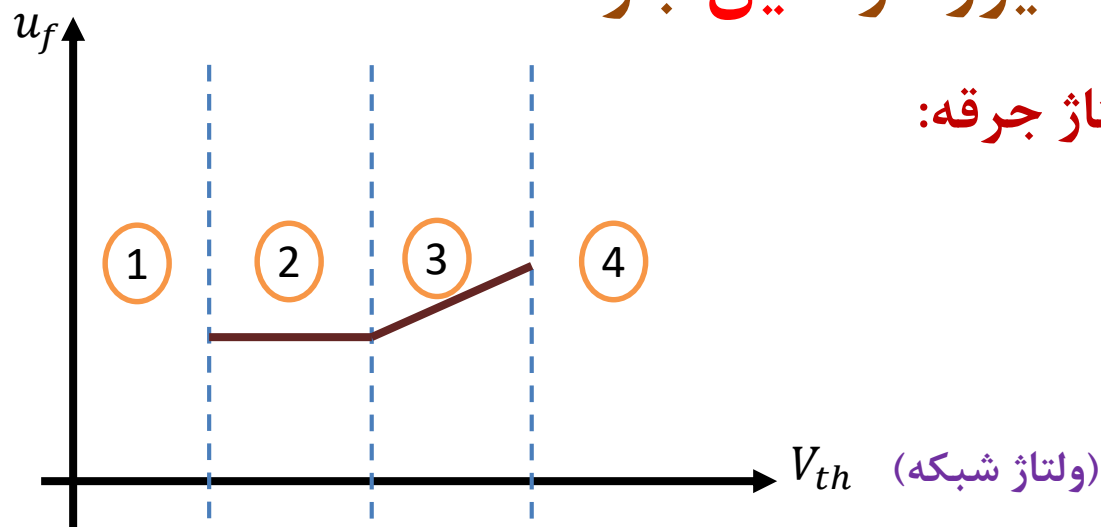
لحظه غلبه u_f بر V_{th}

بر همین اساس مشخصه ولتاژ جرقه برای فیوزها تعریف می شوند.

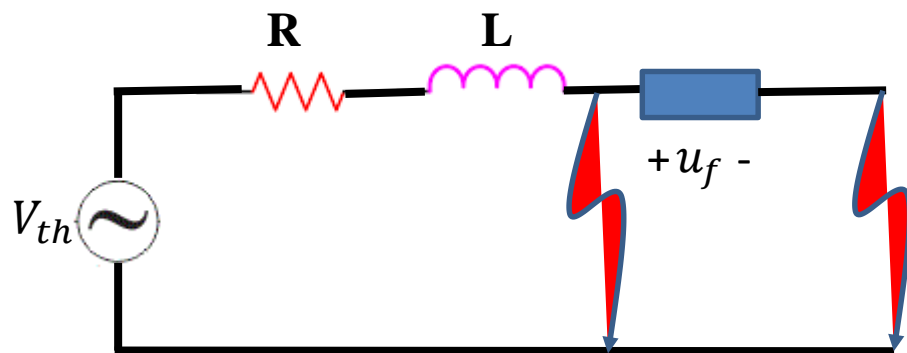


✓ مکانیزم عملکرد فیوز در حین جرقه

• منحنی مشخصه ولتاژ جرقه:



ناحیه ۱: اگر V_{th} در ناحیه ۱ باشد تحمل عایقی از u_f ایجاد شده در دو سر فیوز کمتر بوده و اتصالی به قبل از فیوز منتقل می گردد. در اینصورت فیوز از مدار خارج شده و شبکه آسیب می بیند.

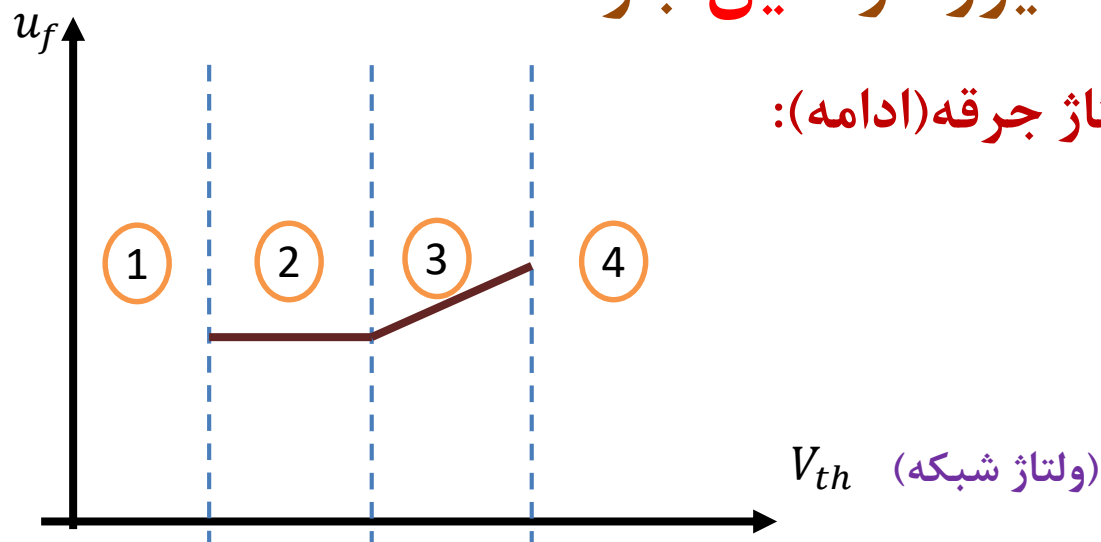


ناحیه ۲: اگر V_{th} در ناحیه ۲ باشد در اینصورت u_f ایجاد شده ناشی از قوس های الکتریکی در گلوله های مذاب برای غلبه بر ولتاژ شبکه کافیهست و فیوز عمل قطع کنندگی خواهد داشت.



✓ مکانیزم عملکرد فیوز در حین جرقه

• منحنی مشخصه ولتاژ جرقه (ادامه):



ناحیه ۳: اگر V_{th} در ناحیه ۳ باشد قوس های الکتریکی ابتدایی ایجاد شده بین گلوله های مذاب برای غلبه u_f ایجاد شده در دو سر فیوز بر ولتاژ شبکه کافی نیست. لذا با ایجاد گلوله های مذاب بیشتر و به تبع گسترش قوس الکتریکی u_f ایجاد شده بیشتر شده و در نهایت بر ولتاژ شبکه فائق آمده و عمل قطع انجام خواهد شد.

ناحیه ۴: اگر V_{th} در ناحیه ۴ باشد و از فیوز با ولتاژ نامی u_{n1} استفاده شود در اینصورت قوس الکتریکی سرتاسر فیوز را فرا می گیرد و همچنان ولتاژ جرقه بر ولتاژ شبکه غلبه نمی کند و در نتیجه عمل قطع کنندگی صورت نمی پذیرد. پس ولتاژ با این ولتاژ نامی در این شبکه نباید نصب شود.



➤ شاخص‌های مهم برای انتخاب فیوز

۱- جریان نامی: بر اساس جریان ماندگار و گذرای بار

۲- کلاس (ضریب فیوزی): بر اساس جریان گذرای بار

۳- منحنی مشخصه زمان - جریان: بر اساس جریان گذرای بار

۴- ولتاژ نامی: حداقل برابر ولتاژ خط (در صورت امکان بروز اتصال کوتاه دو فاز)

۱ تا ۱۵/۱ برابر ولتاژ فاز به زمین (در غیر صورت فوق)

۵- ظرفیت قطع (حداکثر جریان قابل قطع): بر اساس حداکثر جریان اتصال کوتاه عبوری

۶- لزوم محدودکنندگی جریان ($i_{cut-off}$): بر اساس حداکثر جریان اتصال کوتاه عبوری

۷- $I^2 t$: بر اساس جریان اتصال کوتاه بحرانی عبوری



➤ نحوه انتخاب شاخص‌های جریانی فیوز

• معرفی پدیده‌های گذرا

۱. **جریان راه اندازی موتورها:** موتورهای با قدرت پایین از فیوز استفاده می‌کنند. جریان راه اندازی موتور چند برابر جریان نامی در طی مدت ۲ تا ۵ و گاهی تا ۱۰ ثانیه می‌باشد. در مسائل این درس ۵ ثانیه لحاظ کنید.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V\eta \cos \varphi}$$

۲. **جریان هجومی ترانسفورماتورها:** این جریان به ۱۰ تا ۳۰ برابر جریان نامی می‌تواند برسد و در مدت زمان کم مستهلک می‌شود.

$$I_{inrush} = 10I_n \times 0.1Sec \quad \text{– استاندارد BS در اروپا:}$$

$$I_{inrush} = 25I_n \times 0.01Sec \quad \text{– استاندارد ANSI در آمریکای شمالی:}$$

۳. **جریان هجومی بانک‌های خازنی:** در فیوزهای فشار متوسط از فیوز جهت حفاظت

فیوز استفاده می‌شود. به علت ایجاد اضافه جریان (Inrush) در اثر قطع و وصل بانک

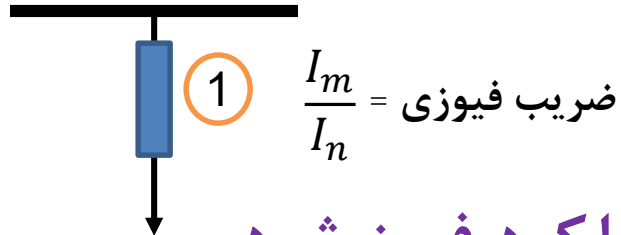
های خازنی، جریان نامی فیوز کندکار را حدود ۱/۴ تا ۱/۵ برابر جریان نامی خازن انتخاب می‌کنند.

➤ مراحل انتخاب و هماهنگی فیوزها

برای انتخاب فیوزها انتظار می رود:

۱. بار دائمی فیدر ($I_{Load ss}$) نباید باعث عملکرد فیوز شود.

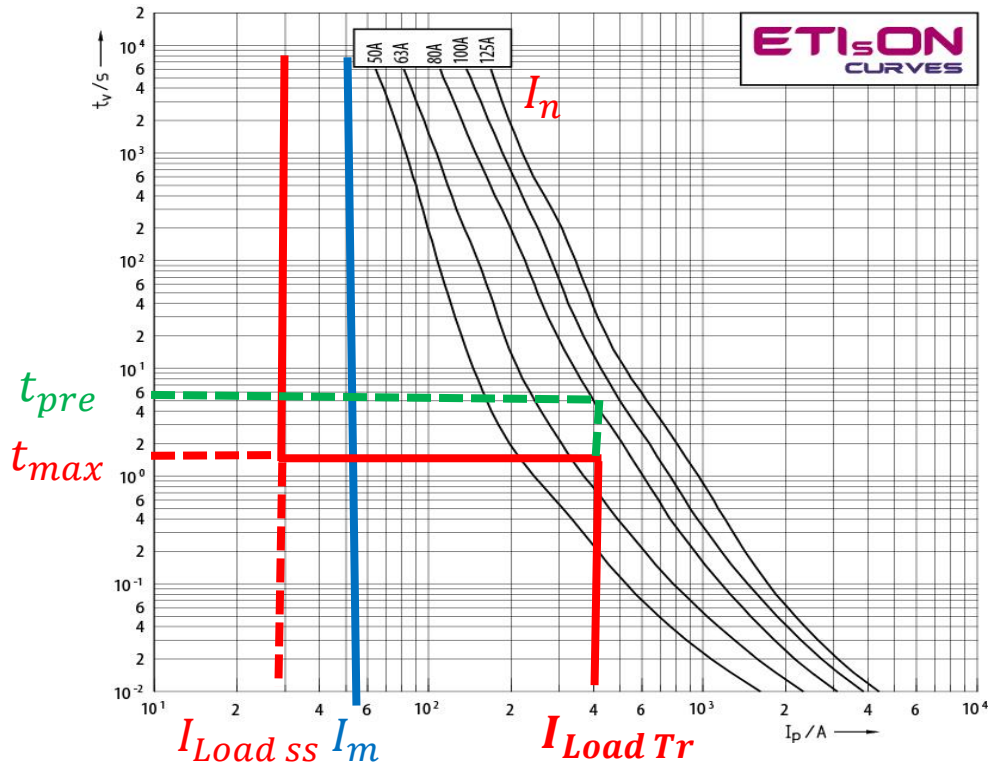
$$I_n \geq I_{Load ss}$$



۲. بار گذرای عبوری ($I_{Load Tr}$) نباید باعث عملکرد فیوز شود.

$$t_{max} |_{I_{Load Tr}} < t_{pre} |_{I_{Load Tr}}$$

- راه حل:
- انتخاب کلاس مناسب
- انتخاب رنج بالاتر



➤ مراحل انتخاب و هماهنگی فیوزها

راه حل اول:

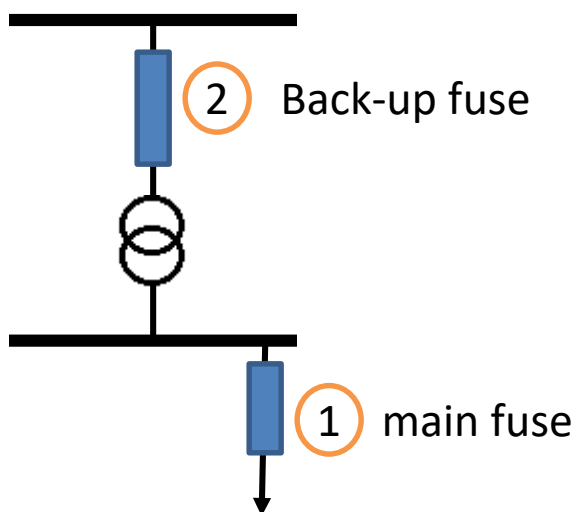
برای اینکه شرط دوم را هم برقرار کنیم یک راه حل این است که منحنی را به سمت راست شیف्ट دهیم. $I_m > I_{Load Tr}$

راه حل دوم: راه حل **Bonen**

محور زمان منحنی TCC را در $1/33$ (این مقدار بر اساس تحمل حرارتی دستگاه (سیستم قدرت) انتخاب می شود) ضرب می کنند.

Back- up Fuse

۳. انتخاب فیوز پشتیبان (فیوز دوم):



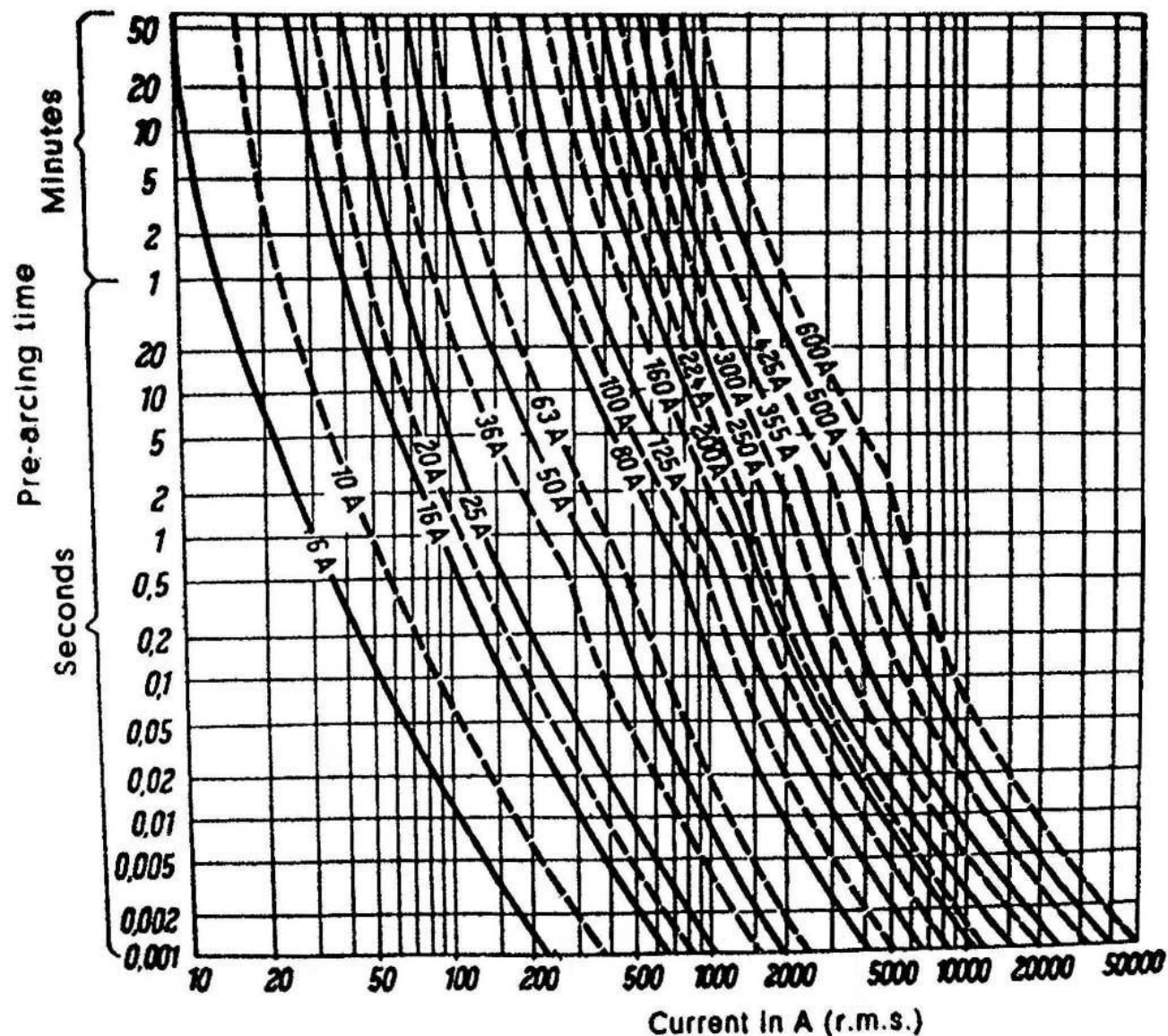
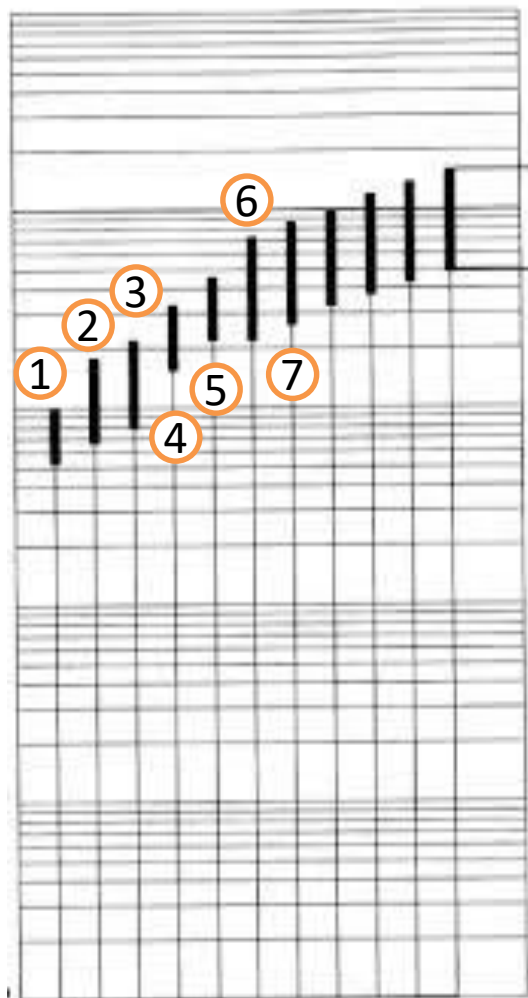
از روی منحنی
TCC

$$t_{pre2} \Big|_{I_{F,Back up}} > t_{Op 1} \Big|_{I_{F,main}}$$

در نهایت باید منحنی انتگرال ژول چک شود.

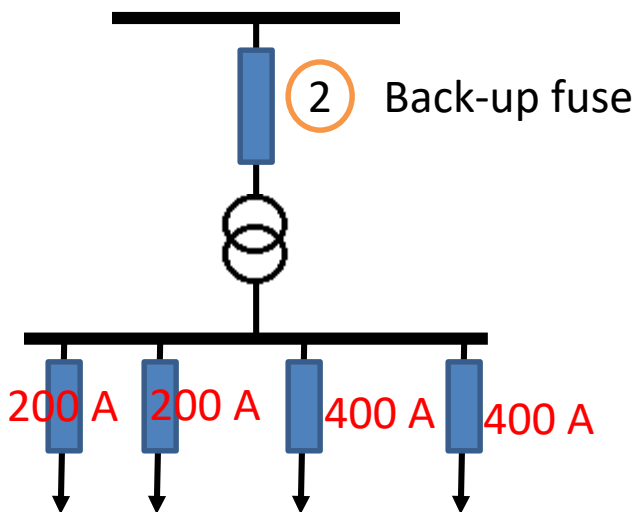


➤ شاخص‌های مهم برای انتخاب فیوز





➤ مثال: مطلوبست مشخصات فیوز محافظ ترانسفورماتور در صورتیکه جریان هجومی ترانسفورماتور $10I_n$ را در ۱/۰ ثانیه تحمل نماید.



$$S_F = 100 \text{ MVA}$$

$$T: \begin{cases} 11kV/4.33 \text{ kV} \\ 750 \text{ kVA} \\ X_T = 2.5\% \end{cases}$$

ضریب فیوزی = ۱/۱

$$I_F = 3888 \text{ A} \text{ جریان اتصال کوتاه در فشار ضعیف}$$

➤ حل مثال:

نکته ۱: جریان نامی فیوز باسی از جریان نامی مانده ترانس بزرگتر باشد (در طرف ثانویه)

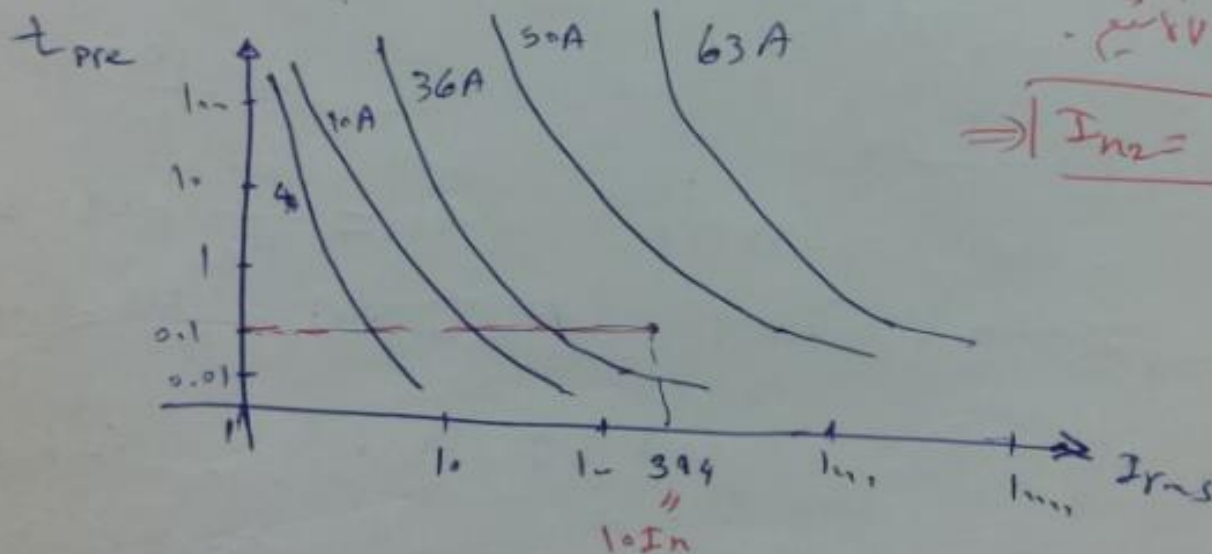
$$I_{TSS} = \frac{750}{\sqrt{3} \times 11} = 39.4 \text{ A} \Rightarrow I_{n1} > 39.4 \text{ A} \Rightarrow \boxed{I_{n1} = 50 \text{ A}}$$

مقایسه TCC

مرحله ۲: جریان هجومی ترانس را برابر جریان ثانویه ترانس در مدت ۰.۱ sec (در طرف ثانویه)

$$I_{\text{inrush}} = 10 \times 39.4 \text{ A} = 394 \text{ A}$$

حال با توجه به T.C.C. فیوز که در زمان $t = 0.1 \text{ sec}$ فیوز را قطع کند، پس از آن 394 A را قطع کند
را اینجاست که فیوز را قطع کند.



$$\Rightarrow \boxed{I_{n2} = 50 \text{ A}}$$



سری ۱۳۱

$$I_n \leq \left[I_m = \sqrt{\frac{S_1 (T_m - T_o)}{f_o g_o [1 + \alpha (T_m - T_o)]}} \right]$$

بازن ①
پیر
ارای = فرای
(فریزها مشخصه)

$$\Rightarrow I_m = 1.1 \times 39.4 = \sqrt{\frac{S_1 (T_m - T_o)}{f_o g_o [1 + \alpha (T_m - T_o)]}} \Rightarrow S_1 = \dots$$

$$\textcircled{2} \int_0^{t_{inrush}} I_{inrush}^2 dt = K_m S_2^2 \Rightarrow S_2 = \dots$$

S_2 : سطح مقطع است که در مدت زمان t_{inrush} با عبور جریان انباشتی از آن عبور کند

حال از میان دو سطح مقطع که به دست آمده است (S_1, S_2) ، گامیست که بزرگتر است I_m را حساب کنیم.



$$I_m = \sqrt{\frac{\max[S_{1, S_2}] (T_m - T_o)}{P_o \cdot g [1 + \alpha (T_m - T_o)]}}$$

با استفاده از I_m به کمک رابطه از این حالت، در نهایت می‌توانیم I_m را به دست آوریم.

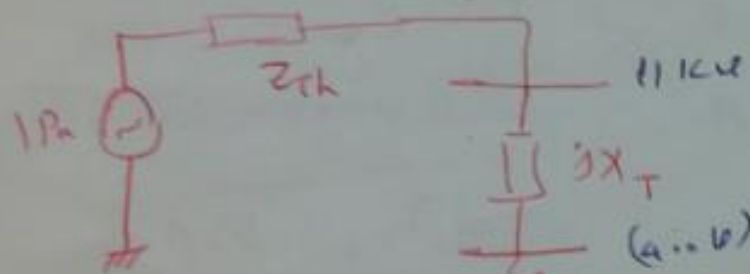
$$I_n = \frac{I_m}{\text{ضریب فیوز}}$$

فیوز را مشخص می‌کند:

با توجه به اینکه فیوز یک سیستم فیوز (که در اینجا ذکر شده اند) $I_{n3} = S \cdot A$ به دست می‌آید.

در t_{pre} از این فیوز $I_{n3} = S \cdot A$ ، فیوز را t_{pre} آن بزرگتر است و انتخاب کردن

و t_{pre} آن را می‌توانیم به دست آوریم.



فرض

$$I_f = 3888 A$$

$$I_f |_{11 kV} = 153 A = \frac{433}{11} \times 3888$$

$$Z_{base} = \frac{(11)^2}{75} = 16 \Omega$$

$$Z_{The} = \frac{11^2}{100} = 1.21 \Omega$$

$$\Rightarrow Z_{th}(pu) = \frac{1.21}{16} = 0.0075 \text{ p.u.}$$



فرض اتصال ترانزیستور ۶/۲ بار:

$$t_{pre} \left| \begin{array}{l} 400 A \\ 3888 \end{array} \right. = 1 sec \xrightarrow{\text{بنا بر } Q_{rr}} t_{pre} \left| \begin{array}{l} > 1 sec \\ 153 A \end{array} \right.$$

از دست می‌دهد T_{CC}

۱) فیروز ②

$$I_{n_4} > 36 A$$



درجه یک
* در هر سطح یا از هر مقدار میز در دسترس باشد و به شرط آنکه ولتاژ آن میز با ولتاژ شبکه همخوان داشته باشد مطابق با سفته ③ ④ :

$$I_n = 400 \text{ A} \Rightarrow I_m = 1.1 \times 400 \text{ A} = 440 \text{ A} \Rightarrow S_{400} = \checkmark$$

$$\int_0^{t_{pre}} (3888 \sqrt{2} \sin \omega t)^2 dt = K_m S_{400}^2 \Rightarrow t_{pre} = \checkmark$$

از مولفه dc فرض

$$\int_0^{t_{pre}} (153 \sqrt{2} \sin \omega t)^2 dt = K_m S_g^2 \Rightarrow S_3 = \checkmark$$

حد اکثر مقدار S_1 و S_2 و S_3 را در نظر گرفته و با درجین I_m را محاسبه می‌کنیم

$$I_n = \frac{I_m}{\text{فردی میز}}$$

به نظر می‌رسد



با آرزوی سلامتی، بهروزی و موفقیت