



1. 돌입전류란

CAPACITOR INPUT형 정류회로에서는 처음에 전원 SWITCH를 ON 하는 시점에서는 평활컨덴서의 양단자전압은 0V(충전전하 0)로 되어있다.

즉, CAPACITOR가 단락상태와 같다. 이때 SWITCH를 ON 하게 되면 컨덴서로 큰 충전전류가 흐른다.
이 전류를 돌입전류라 한다.

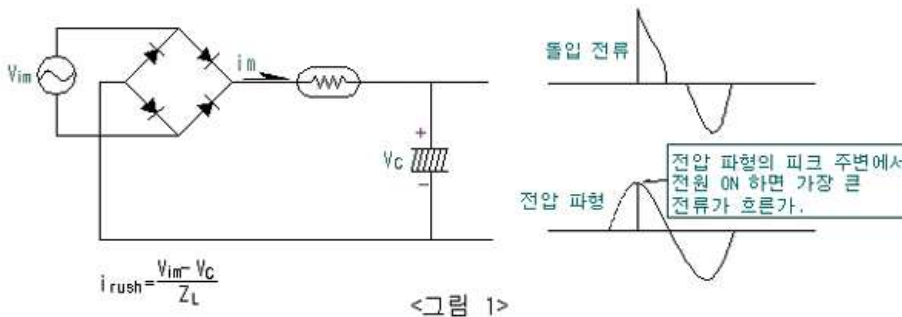
이 돌입전류에 의해 CAPACITOR의 단자전압이 상승되고 그에 따라 서서히 충전의 전류값이 정상상태로 떨어진다.

만일 이러한 돌입전류를 제한하지 않으면 입력전압이 100V인 경우 최대 100A 이상의 돌입전류가 흘러버린다

이로 인해 전원 SWITCH의 접점이나 퓨즈의 파손을 일으킬 수 있으므로 반드시 돌입전류는 제한되어야 한다.



"NTC POWER THERMISTOR 와 CEMENT 저항"



돌입전류의 PEAK값은 입력전원의 위상각과 LINE 임피던스에 의해 결정되는데 이값은 계산식에 반드시 일치하는 것은 아니고 환경에 따라 변한다.

실제로 회로설계 시 설계자들은 돌입전류 제한소자를 없앤 상태에서 실제 돌입 전류 PEAK값을 측정하여 적정한 돌입전류를 제어한다.

그러면 어떻게 돌입전류가 제한되는가?

일반적으로 정류회로에 얼마간의 임피던스 성분을 삽입하여 전류 값을 억제하는 방법이 취해지고 있는데, 단지 저항(시멘트저항 등)을 접속한 것에서는 항상 전력 손실이 발생되므로 유리한 방법이 아니다.

이때 POWER TH-OR를 적용하는데 이제부터 어떻게 POWER TH-OR가 전력 손실을 줄이면서 돌입전류를 제한하는지 살펴보자.

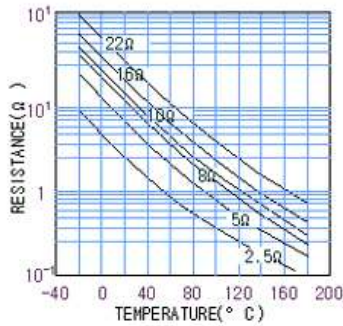


2. POWER THERMISTOR를 이용한 돌입전류 제한

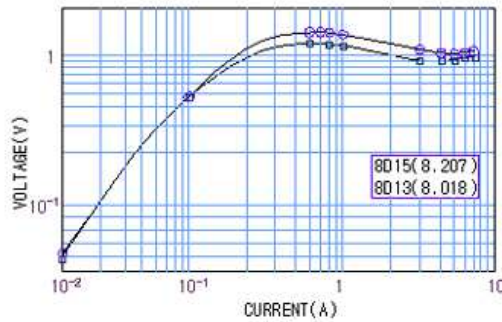
그림 2에 나타난 바와 같이 NTC TH-OR는 온도가 상승하면 저항이 급격히 감소하고(130℃ 정도에 포화 저항 값 또는 잔류저항 값을 나타낸다.),

그림 3과 같은 I-V 특성을 나타낸다.

전류가 증가하면 THERMISTOR의 발열이 심해지고 이 자기발열에 따라 저항 값이 감소하는데 전압은 PEAK를 나타낸다(B). 그리고 전류가 더욱 증대하면 저항은 급격히 감소하고 양단전압은 감소한다(C). POWER TH-OR의 경우 최종적으로는 B 또는 C 영역이 발열량과 방열량이 일치하는 지점이 된다.



<그림 2>



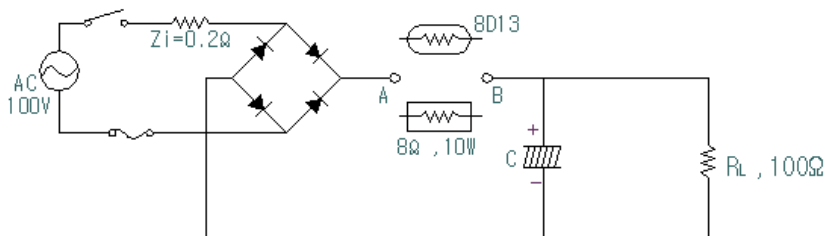
<그림 3>

1) 돌입전류의 제한

돌입전류의 제한은 의외로 간단하다.

이제부터 실수치를 적용하여 어떻게 POWER TH-OR가 돌입전류를 제한하는지 살펴보자.

그림 4.에서 A-B양단에 POWER TH-OR 8D13이 적용되었다면 $I_{rush} = (V_{in} - V_c) / (Z_l + R_{AB}) = (100 \times \sqrt{2}) / (0.2 + 8) = 17.4A$ 가 된다(Z_l 은 라인 임피던스라고 하는데 전원 내부, 스위치, 퓨즈, 선로, DIODE, 커패시터의 저항을 말하고 통상 0.2Ω 정도로 본다). 이제 POWER TH-OR에 의해 돌입전류를 17.4A로 제한했다(실제로 아래와 같은 회로에서 제한된 돌입전류를 측정하면 약 20A정도가 된다).



<그림 4>

POWER TH-OR의 재질, 구조, SIZE등이 제한을 받는 이유는 돌입전류에 의한 순간 소비전력이 2000W 이상 발생하므로 이 전력에 견딜 수 있도록 견고한 구조이어야 하기 때문이다.

또한 그림 3.의 I-V 곡선에서 열폭주(발열 → 저항감소 → 전류증대 → 발열)를 발생시키는 허용 열손실을 넘어가는 허용온도, 허용전력의 제한을 넓힐 수 있기 때문이다.

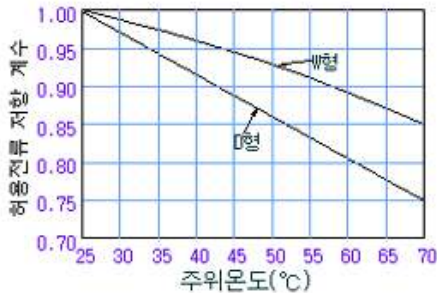
그림 4.의 A-B양단에 시멘트 저항을 적용했을 때도 POWER TH-OR와 똑같은 역할을 한다. 그러면 시멘트 저항과 POWER TH-OR는 차이가 없는가? 시멘트 저항과 POWER TH-OR를 비교하기 위해서는 A-B 양단간의 전력손실을 CHECK해보면 분명해진다

2) POWER THERMISTOR Vs. 시멘트저항의 전력손실 비교

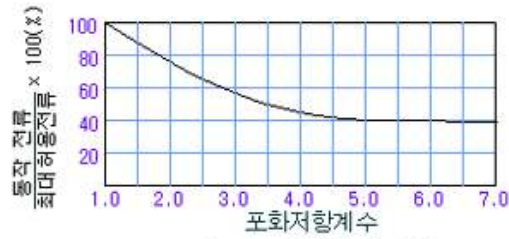
전력손실을 구해보기 이전에 최대허용전류와 실제 사용되는 정격전류에 대해 먼저 알아보자.



최대허용전류는 직류 또는 교류 실효값 전류를 표시하며 TH-OR는 이 이하의 충전전류로 사용하는 값이다. 이 값은 TH-OR의 온도 상승에 의한 제한에서 설정된 것으로 실제의 기기에서는 열기가 가득 차 있으므로 이 값의 전류는 사용할 수 없고 약간의 MARGIN으로 전류를 줄여서 사용한다. 그럼 이제부터 아래 2개의 그림과 1개의 TABLE로 전력손실을 계산해 보자



<그림 5> 최대 허용전용 전류 저항곡선



<그림 6> 포화저항계수곡선

형 명	무부하 저항값 Ω at 25°C	B 정수(K)	열방산 정수 (mW/°C)	최대 허용전류 (A) at 25°C at 55°C	포화 저항값(Ω)	열시정수 (sec)	사용온도 (°C)
3D-22	3±15%	3250±5%	26.0	3.5 2.9	0.233	220	-30 ~ 130
4D-22	4±15%	3250±5%	26.0	3.0 2.5	0.310	230	
6D-22	6±15%	3250±5%	27.7	2.5 2.1	0.465	260	
4D-18	4±15%	3250±5%	20.3	2.6 2.1	0.310	170	
8D-18	8±15%	3250±5%	21.6	1.9 1.6	0.620	220	
8D-13	8±15%	3250±5%	16.3	1.6 1.6	0.620	160	
16D-13	16±15%	3250±5%	17.8	1.2 1.0	1.240	220	
5D-11	5±15%	3250±5%	15.0	2.0 1.6	0.386	130	
8D-11	8±15%	3250±5%	15.6	1.6 1.3	0.620	160	
10D-9	10±15%	3250±5%	18.0	1.2 1.0	0.775	130	
16D-9	16±15%	3250±5%	23.5	1.0 0.8	1.240	160	
22D-7	22±15%	3250±5%	11.4	0.8 0.6	1.705	225	

주1) B정수는 25°C, 85°C에 있어서 무부하 저항 값에서 산출된 값

주2) 포화 저항 값은 최대 허용전류를 통전할 때의 최대 값

표1.에서 최대허용전류를 흘린 경우 표면온도는 최대사용온도인 130°C가 되고 이때의 TH-OR 저항 값은 포화저항(잔류전항)이 된다.

POWER TH-OR가 이상적인 것은 SWITCH ON시에 적당한 저항 값을 갖고 기기 사용 시(정상입력전류)에는 저항 값이 0으로 되는 것인데 실제로 저항 값이 적다는 것은 온도가 높다는 뜻이므로 전력손실을 동반하고 있다는 것이다.
이 전력손실을 구해보자.

AC 100V, 정격전류가 0.8A인 기기에 8D13을 적용했다면 8D13에는 최대허용전류(1.6A - 표 1.참조)의 50%의 전류가 흐르고 있다는 것을 의미한다.

그림 6.에 의해(동작전류/최대허용전류)가 50%인 것은 포화저항계수가 4임을 나타낸다.
표 1.에 의하면 8D13의 포화저항 값이 0.620 Ω 이므로 이 저항 값에 4배 하면 2.48 Ω 이 얻어진다.
0.8A의 전류가 흐르므로 8D13에 1.984V($V=IR=0.8*2.48$)의 전압강하가 일어나고 전력은 1.5872W($P=IV=0.8*1.984$)가 손실된다.

AC 100V의 입력전압은 1.984V를 뺀 98.016V가 정류회로의 입력전압이 된다.
이 98.016V는 전원회로의 설계 MARGIN 중에서 충분히 흡수하는 전압이므로 POWER TH-OR의 전압강

	힘찬	돌입전류	개정이력 ID: 09-05-01
---	----	------	-------------------

하 때문에 특별한 설계변경은 불필요하다.

그러면 시멘트저항을 사용한 경우로 계산해보자.

시멘트저항은 온도에 관계없이 저항이 일정하므로 돌입전류제한은 POWER TH-OR와 같이 충분히 가능하겠지만(앞에서 계산한 POWER TH-OR의 경우처럼 거의 정확히 17.4A(PEAK 값)으로 제한) 8Ω, 10w(가상의 spec.)의 시멘트저항을 사용했다면, 6.4V의 전압강하가 발생하고 5.12W($P=IV=0.8*6.4$)의 전력소모가 발생한다.

이 전력손실에 의한 열 때문에 발생하는 NOISE는 고정도를 요구하는 회로(고주파의 C/MONITOR, C/TV 등)의 설계자에게는 무시될 수 없다.