



수전설비 단선 결선도에 대한 변

글/김광수/(주)경호기술단 상무이사, 협회 교육개발 전문위원

내선규정에 수전설비 표준결선도에 대한 해석과 이들 결선도의 변형 또는 응용한 단선도에 대하여 필자의 의견을 제시하여 전력기술인 여러분과 의견을 나누고자 한다.

1. 머리말

“전기설비기술기준”에 의하여 “내선규정”이 1977년 제정 이래 산업자원부에서 추천한 사단법인 대한전기협회에서 전기기술사 및 한국전력공사 및 전기협·단체에서 내선규정 전문위원회 위원을 선임하여 내선규정을 수 차례 걸쳐서 개정·보완하고 있다.

자가용 전기설비의 수변전설비를 설계할 때 이 내선규정에 따라 자가용 수전설비 표준결선도를 응용하여 수변전설비를 구성하여 전기설계를 하고 있다.

이때 몇가지 단선도에 대하여 전기사업자나 각종 기술심의회에서 심의위원과 설계자와의 견해차이로 인해 이견이 생겨서 설계심의회나 자가용 전기설비 사용점검사 또는 수전설비 검토에서 공사진척에 어려움을 초래하는 예가 많아서 필자는 이에 대하여 여러 전력기술인과 토론하는 계기를 만들고자 한다.

이들 중 주로 사용하고 있는 것은 22.9kV-Y 수전설비 표준결선도(이하 “표준결선도”라 함) 및 수전용량 1,000 kVA 이하는 22.9kV-Y 수전설비 간이결선도를 설계에 많이 적용하고 있다.

우리나라에서는 한전 배전선로 공급전압이 22.9kV-Y이므로 22.9kV-Y 수전설비에 대해서 기술하면, 내선규정에 「그림 1」은 MOF 전원측에 CB(차단기)를 두어 MOF와 CB 자체를 고장으로 부터 선로를 보호하기 위해서이나 차단기 트립시에는 전원측의 전압을 확인할 수 없다.

내선규정 「그림 1-가」 및 「그림 1-나」에서는 CB(차단기)를 OFF시에도 수전전압을 확인할 수 있으나 CB 자체고장은 MOF 전원측의 PF에 의해 보호 될 것이다.

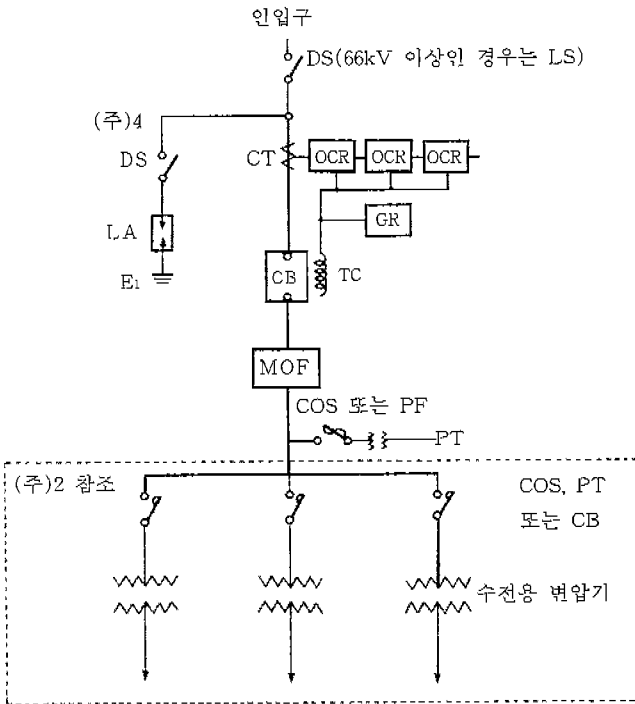
수전설비 표준결선도 또는 간이결선도를 예시한 것은 수전설비의 변전설비 및 전기사용설비의 보호와 기술적 적합성과 경제성 및 전기사업자(한국전력공사)의 전력설비와의 보호협조를 목적으로 하고 있다.

2. 수전설비 단선결선도의 종류

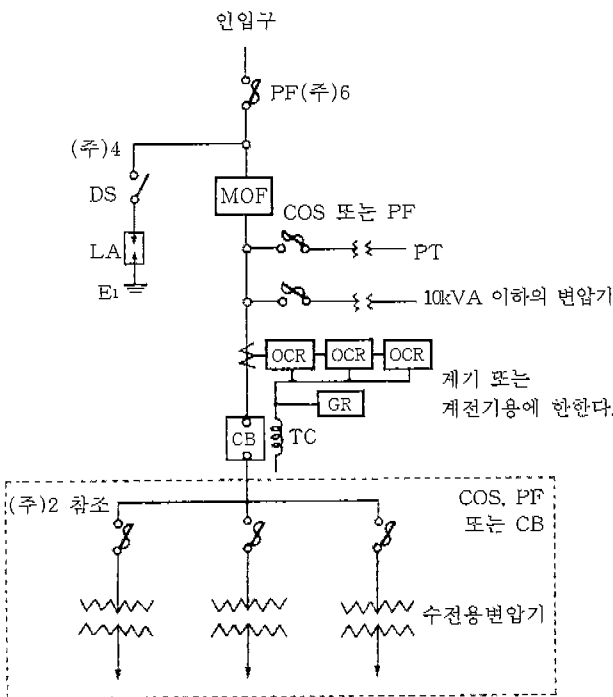
내선규정의 수전설비 표준단선도는 고압(6.6kV, 3.3kV), 특별고압 수전설비 표준결선도 및 특별고압 수전설비 간이결선도가 있다.

3. 간이 수전설비에 대하여

수전용량 1,000kVA 이하인 경우에는 「그림 1-라」와 같이 자동고장구분개폐기(ASS)를 수전단에 설치하는 수전결선도를 사용할 수 있다.



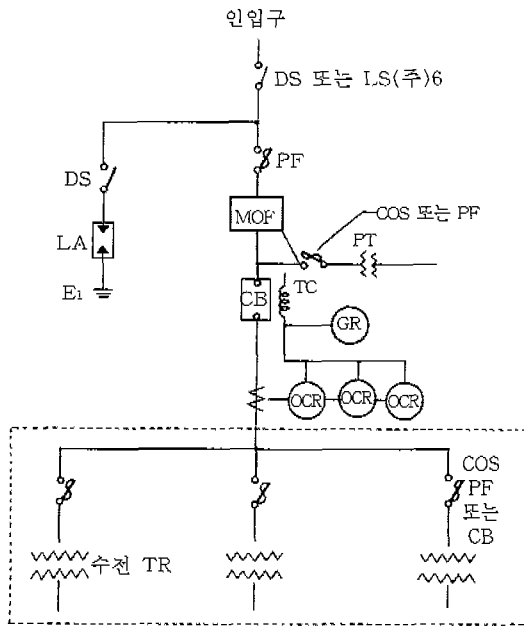
<그림 1-가>



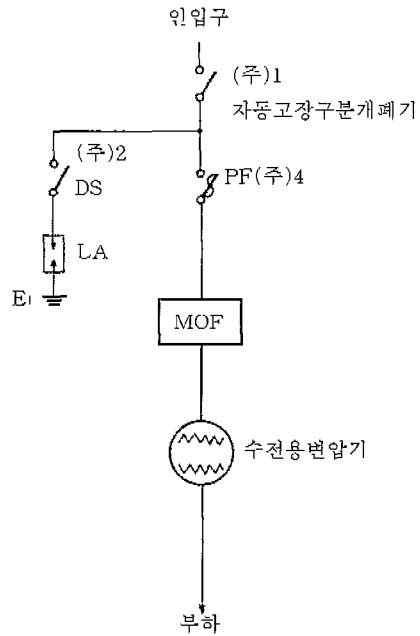
<그림 1-나>

- [주] 1. 22.9kV-Y 1000kVA 이하인 경우에는 간이 수전결선도에 의할 수 있다.
2. 결선도 중 점선내의 부분은 참고용 예시이다.
3. 차단기의 트립 전원은 직류(DC) 또는 콘덴서 방식(CTD)이 바람직하며 66kV 이상의 수전설비에는 직류(DC)이어야 한다.
4. LA용 DS는 생략할 수 있으며 22.9kV-Y용의 LA는 disconnector (또는 isolator)불입형을 사용하여야 한다.
5. 인입선을 지중선으로 시설하는 경우로서 공동주택 등 사고시 정전피해가 큰 수전설비 인입선은 예비선을 포함하여 2회선으로 시설하는 것이 바람직하며 22.9kV-Y계통에서는 CN-CV 케이블, 22kV-Δ 계통에서는 CV케이블을 사용하여야 한다.

- [주] 1. 22.9kV-Y 1000kVA 이하인 경우에는 간이 수전결선도에 의할 수 있다.
2. 결선도 중 점선내의 부분은 참고용 예시이다.
3. 차단기의 트립 전원은 직류(DC) 또는 콘덴서 방식(CTD)이 바람직하며 66kV 이상의 수전설비에는 직류(DC)이어야 한다.
4. LA용 DS는 생략할 수 있으며 22.9kV-Y용의 LA는 disconnector (또는 isolator)불입형을 사용하여야 한다.
5. 인입선을 지중선으로 시설하는 경우로서 공동주택 등 사고시 정전피해가 큰 수전설비 인입선은 예비선을 포함하여 2회선으로 시설하는 것이 바람직하며 22.9kV-Y계통에서는 CN-CV케이블, 22kV-Δ 계통에서는 CV케이블을 사용하여야 한다.
6. PF 대신 자동고장구분개폐기(7,000 kVA초과시에는 Sectionalizer)를 사용할 수 있으며 66kVA 이상의 경우에는 LS를 사용하여야 한다.



<그림 1-다>



<그림 1-라>

[그림 1] 내선규정 특고압 수전설비 표준결선도

그러나 공공 전기설비의 경우 어떤 설계자들이나 발주자들은 1,000kVA 또는 500kVA(심한 경우는 300kVA) 이하 일 때도 표준결선도를 채택하여 설치비가 많이 소요되고 결선이 복잡 할수록 유지 관리와 고장의 발생 확률이 높아지게 된다.

한편으로 소용량의 경우에도 일부의 전력기술인들이 이러한 표준결선도를 선호하는 이유를 생각하면 자동고장구분개폐기(ASS 또는 ASBRS)의 신뢰도를 의심하는 노파심에서 이거나, 자동고장구분개폐기(ASS)의 성능을 잘 이해하지 못하는 하는 분을 위하여 펜을 든 차체에 자동고장구분개폐기(ASS)를 간단히 소개한다.

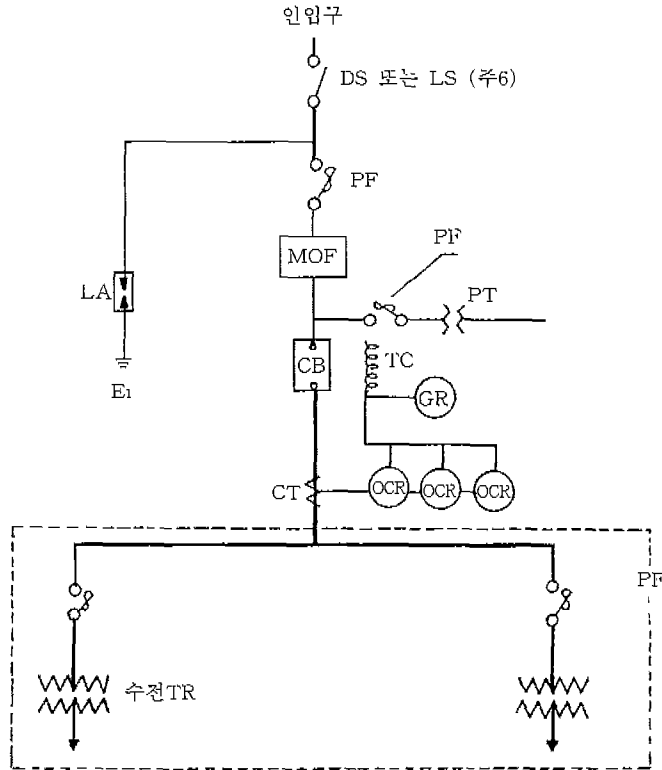
자동고장구분개폐기(ASS)는 한국전력공사에서도 그 성능과 신뢰성을 인정하고 있으며, 22.9 kV-Y 배전계통에 부하용량 4,000kVA 이하 선로에 설치하여 고장구간을 자동으로 보호하며 순간 고장은 재투입기능을 선택할 수 있다.

보호계전기 기능과 개폐기능을 내장하여 Package

화(일체화)한 일종의 차단기 역할로써 22.9kV-Y 배전계통에서 변전소 재폐로(79) 차단기나 Recloser와 보호협조하는 Sectionalizer보다 다소 차단용량은 적으나 보호협조 능력은 Sectionalizer와 거의 손색이 없다고 본다.

국내에서 생산 설치되어 있는 자동고장구분개폐기(ASS)는 정격용량이 200A, 단시간 과전류는 800A, 약 7,000kVA까지 차단할 수 있으며, 더 큰 단락고장이나 지락고장시에 자기선로 고장이라는 것을 기억하고 있다가 ASS는 변전소 재폐로계전기(79)나 Recloser가 고장전류를 차단하고 있는 동안(0.6~2초) 무전압시 스스로 개방하여 고장구간을 분리하며 변전소 차단기가 재폐로계전기에 의해 재폐로(재투입)하거나 Recloser가 재폐로하여 건전한 다른 수용가에 전력을 재송전하게 된다.

또한 설치와 취급이 간편하고 수동조작과 버튼에 의한 원격자동조작이 가능(제작사에 따라서



[그림 2] 2 Bank 인 경우의 VCB+PF×2 결선방식

50m까지 가능)하고 TM/TC 설비로도 조작이 가능하다.

4. 2 Bank의 경우 표준결선도에 대한 검토

필자는 대용량의 경우 장래 단계별 부하증가를 대비하고 변압기의 고장을 대비하여 3상변압기 2대를 설치하여 1대의 변압기가 고장이 발생하더라도 나머지 1대의 변압기로 중요부하를 운전할 수 있는 잇점이 있어 3상변압기를 2 Bank로 구성하는 예가 많다.

내선규정의 「그림 1-나」의 표준결선도에서 「그림 2」와 같이 3상변압기를 2 Bank로 구성하는 경우에 경제성을 고려하여 VCB(진공차단기)를 주차단기로 하고 변압기 1차측에 PF를 설치하면 어떤 현상이 발생할 수 있는가 검토하여 본다.

PF는 과부하보호의 주목적이기 보다는 부하측의 단락고장 보호를 주목적으로 하고 있다.

그 이유는 PF의 정격전류 선정시 고주파성분을 고려하여 부하전류의 2배전류를 선정하게 되고 예를들어 3상 1,500kVA 2대를 가정하면 변압기 전부하전류는 37.8A이고 PF의 Fuse Link의 정격전류를 선정하는 방법은 전부하전류의 2배를 선정하므로 표 1에서와 같이 최소 65k, 중 80k, 최대 100k로서 80k를 선정할 경우 「그림 3」의 PF 특성곡선에서 PF가 용융되기 시작하는 전류는 160A 이상이 되어야 한다.

이 회로에서 주차단기의 정격전류는 1,500kVA×2대에 대하여 $37.8A \times 2 \times 1.25 = 94.5[A] \approx 100[A]$ 트립전류는 120[A]로 선정하면 No. 1 Bank의 변압기 과부하나 고장시에 고장 Bank의 PF가 용단되지 못하고 주차단기 VCB가 트립되어 자가용 전기설비 고장구간이 분리되지 못하고 전기설비 전체가

<표 1> Power Fuse Link 선정 표

CHOOSE OF POWER FUSE UNIT

CAPACITY OF TRANSFORMER [kVA]	3∅ TRANSFORMER				1∅ TRANSFORMER			
	FULL LOD CURRENT[A]	RATED OF POWER FUSE UNIT			FULL LOAD CURRENT[A]	RATED OF POWER FUSE UNIT		
		SMAL	MEDIUM	LARGE		SMAL	MEDIUM	LARGE
5	0.13			1k	0.22			1k
7.5	0.19			1k	0.33			1k
10	0.25			1k	0.44			1k
15	0.38			1k	0.66		1k	3k
20	0.50		1k	3k	0.87	1k	1k	3k
30	0.76	1k	1k	3k	1.3		3kk	6k
50	1.3		3k	6k	2.2	3k	6k	8k
75	1.9	3k		6k	3.3	6k	8k	10k
100	2.5	3k	6k	8k	4.4	6k	10k	12k
150	3.8	6k	8k	10k	6.6	10k	15k	20k
200	5.0	8k	10k	12k	8.7	15k	20k	25k
300	7.6	12k	15k	20k	13.1	20k	30k	40k
500	12.6	30k	25k	30k	21.8	40k	50k	65k
750	18.9	30k	40k	50k	32.8	50k	65k	80k
1000	25.2	40k	50k	65k	43.7	80k	100k	140k
1500	37.8	65k	80k	100k	65.5	100k	140k	200k
2000	50.4	80k	100k	140k	87.3	140k	200k	200k
2500	63.0	100k	140k	200k	109.2	200k	2-140k	2-140k
3000	75.6	100k	140k	200k	131.0	200k	2-140k	2-200k
3750	94.5	140k	200k	2-140k	163.7	2-140k	2-200k	
5000	126.1	200k	2-140k	2-200k	218.3	2-200k		
7500	189.1	2-140k	2-200k					
10000	252.1	2-200k						

정전이 되어 고장구간을 찾기도 어렵게 되어 정전 시간도 길어지는 폐단이 있다.

5. 표준결선도에 대한 문제점 해결 방안

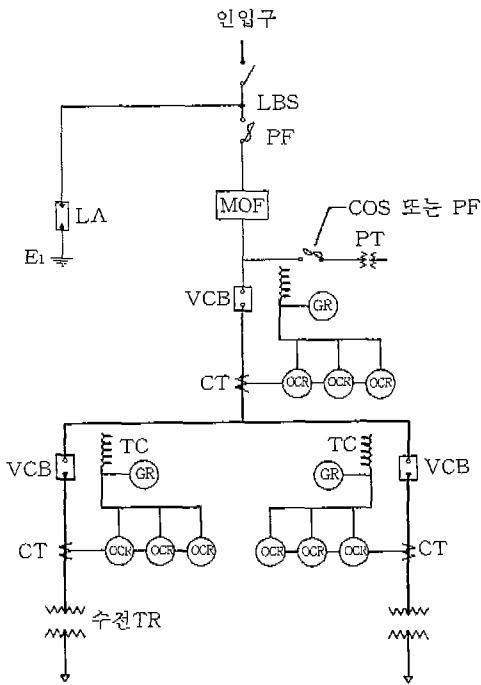
위에서 알아 본 바와 같이 3상변압기가 2 Bank 인 경우에 표준결선도 「그림 1-가」 및 「그림 1-나」에서 CB(차단기)+PF×2 로 구성하면 경제성은 있으나 보호협조면에서는 자가용 수용설비의 전체정전으로 이어지는 수가 있으므로 그 대책으로 주차단기를 그대로 두고 변압기 PF 대신에 차단기를 사용하는 방법이 있다.

① 「그림 4」와 같이 차단기 VCB를 변압기 전 원측에 각각 1대씩 설치하는 3 VCB방식과

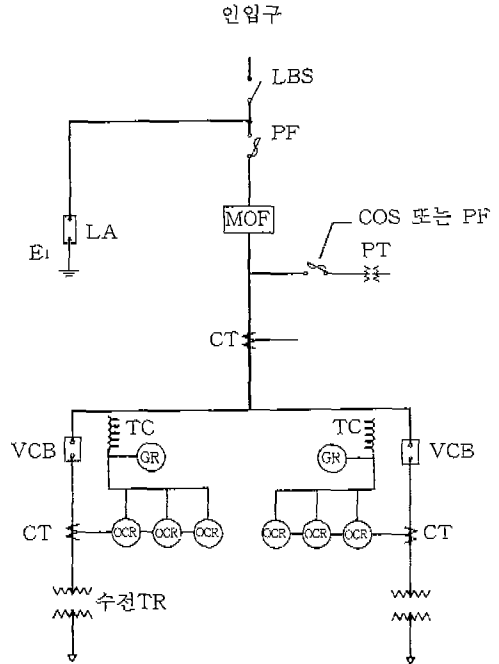
② 2 Bank에 일 경우만 「그림 5」와 같이 주 차단기를 생략(?)하고 VCB 2대만을 변압기 앞에 설치하는 2 VCB방식으로 할 수 있다.

필자는 주요 전기설비인 경우 변압기를 2 Bank 로 나누고 「그림 5」와 같이 각 변압기앞에 VCB를 각각 1대씩 두는 일명 2 VCB방식 (즉, 주차단기 2 대 또는 주차단기 역할은 MOF 전원측의 PF가 담당한다고도 할 수 있다)

채택하여 변압기 고장시 해당 변압기만 차단되



[그림 4] 2 Bank 인 경우의 3 VCB방식



[그림 5] 2 Bank 인 경우의 2 VCB방식

게 하여 고장구간을 분리하여 전체정전이 발생하지 않게 한다.

그 이유의 또 하나는 한국전력공사의 설계기준 [I] 변전분야 설계기준 2405 「도명 : 18, 20, 및 30」 “배전 변전소 배전선 단선도 (22.9kV 배전선 2회선인 경우)”에도 Feeder 간선차단기는 두회 주차단기를 생략하고 있다. 내선규정은 상공자원부 추천으로서 엄밀히 말해 기술적으로는 권장사항이며 본 결선도는 전기사업자와의 보호협조면에서 전혀 지장이 없다.

그러나 이렇게 설계하여 기술심의를 받으면 혹은 어떤 기술심의 위원이나 지역 전기사업소에서 논쟁을 벌이다 시간을 보내는 예가 없도록 하기 위하여 차제에 대한전기협회에 이에 대한 기술적 의견을 질의하였으며 아직 회신은 없으나 긍정적으로 검토하고 있으며 2 VCB 방식을 인정할 수 있다는 소식을 들었다. 또한 한전에서 긍정적으로 인정하고 있으며 한국전기안전공사에 질의하여 2 Bank 일 경우에 문제가 없음이 인정되었다.

6. 맺는 말

우리 전력기술인들은 어려운 국가경제를 감안하여 내 돈으로 설치하는 전기설비라는 인식 아래 수전용량 1,000kVA 이하인 경우에는 「그림 1」과 같이 자동고장구분개폐기(ASS)를 수전단에 설치하는 수전 간이결선도를 실제에 반영하기 바란다.

변압기가 2 Bank에 일 경우에 2 VCB방식을 채택하면 1 Bank 고장이라도 전체정전을 방지하고 VCB 1대를 절약하여 경제적인 설비가 되도록 한다.

금명간에 변압기가 2 Bank에 일 경우에 2 VCB 방식을 선정토록 내선규정으로 제정하여 설계시 재론이 생기지 말았으면 하는 것이 필자의 바램이다.