

瞬時停電에 의 對策

이번 號에서는 配電系統에서 발생하기 쉬운 瞬時停電에 대하여 着眼하여 이것이 각종 電氣設備에 어떤 영향을 미치는지에 대하여 개설한다.

電力會社의 送配電系統은 오늘날 극히 높은 供給信賴度를 가지고 있다.

그러나 送電線에의 落雷, 冬季의 雪害등에 의한 瞬時停電 또는 停電은 회피하기가 극히 곤란한 自然災害이다.

한편 오늘날의 高度情報處理社會의 中樞는 컴퓨터이며 컴퓨터가 오피스 오토메이션(OA)이나 팩트리오토메이션(FA)에의 기여도는 크다고 하겠다.

컴퓨터로 대표되는 엘렉트로닉스機器는 高速處理, 多機能化가 진전되는 반면에 이것을 구동하기 위한 電源에 대해서는 특히 電壓變動에 대하여 극히 예민하다고 할 수 있다.

따라서 高密度이고 또한 廣範圍의 情報處理 시스템일수록 電源電壓의 변동에 대한 防護策을 강구해야 된다.

OA, FA用的 퍼스널컴퓨터(PC)도 PC의 活用도가 많아질수록 이에 대한 電源의 安定化는 필요불가결이라 하겠다.

電力의 安定供給側에서는 瞬時停電이 不可避하며 需要側에서는 瞬時停電조차도 허용할 수 없다고 한다면 그 사이에는 무슨 대책이 필요해진다.

이것이 交流無停電 電源裝置가 필요로하는 배경이며 여기서는 이 점에 대해서도 개설하고 瞬時停電에 대한 대책의 일례로 들고 설명하기로 한다.

1. 瞬時停電의 實態

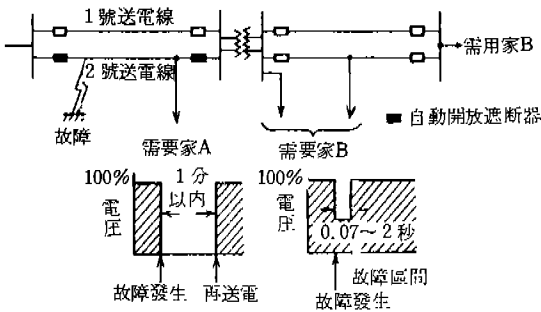
落雷에 의한 送電線의 地絡事故가 발생하면 그 送電線은 過電流繼電器 또는 地絡檢出繼電器가 動作하여 兩端의 차단기로 일단 送電器를 開路한다. 이에 의하여 落雷에 의한 送電線에서 大地에의 아크를 消滅시켜 자동적으로 再送電이 되어 復舊시키는 보호 시스템이 배려되고 있다. 이 보호 시스템에 의하여 送電線 그 자체의 事故破損 또는 접속되어 있는 각종 機器의 破損을 방지하고 있다.

따라서 落雷時에는 그 정도에 따라서는 送電線의 高速度遮斷, 高速度再閉路라는 일련의 보호동작이 자동적으로 작동하여 이에 의한 瞬時停電은 피할수 없게 된다.

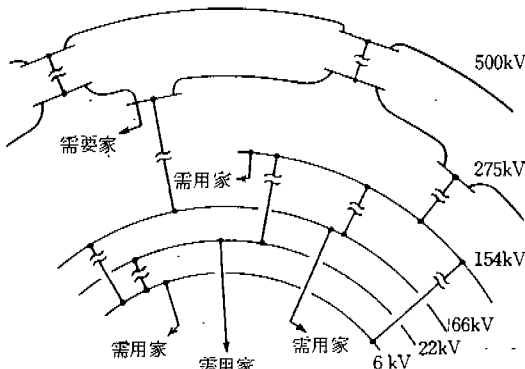
그림 1 (a)가 이 狀況을 든 것이다. 需用家 A에서는 停電(1分間 이내)이 되고 需用家 B에서는 瞬時電壓低下가 된다. 단, 실제의 送電系統은 그림 1 (b)와 같이 루프狀으로 連系되어 있기 때문에 需用家 A에 該當하는 1分間停電이 발생하는 것은 극히 드물고 需用家 B에 該當하는 瞬時電壓低下가 발생하게 된다. 그림 1 (c)가 이 瞬時電壓低下의 정도를 나타내는 개념도이다(이하 여기서는 需用家 B에 주목하여 瞬時電壓低下라는 용어로 설명한다).

瞬時電壓低下의 계속시간은 故障發生點의 系統電壓에 따라 다르며 표 1과 같은 경향에 있다. 표 1에서 電壓階級이 높을수록 계속시간이 짧은 것은 電壓階級이 높을수록 高速度로 保護繼電器에 의한 高速度遮斷 및 再閉路가 되기 때문이다.

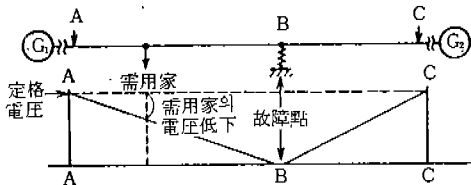
표 1에서 瞬時電壓低下의 계속시간은 最短이 0.07秒, 最長이라도 2秒로 보면 되고 또한 0.1秒 이내로 그치는 것이 전체의 60%, 0.3秒 이내로 그치는



(a) 故障點과 需要家の 停電 또는 瞬時電壓 低下의 狀況

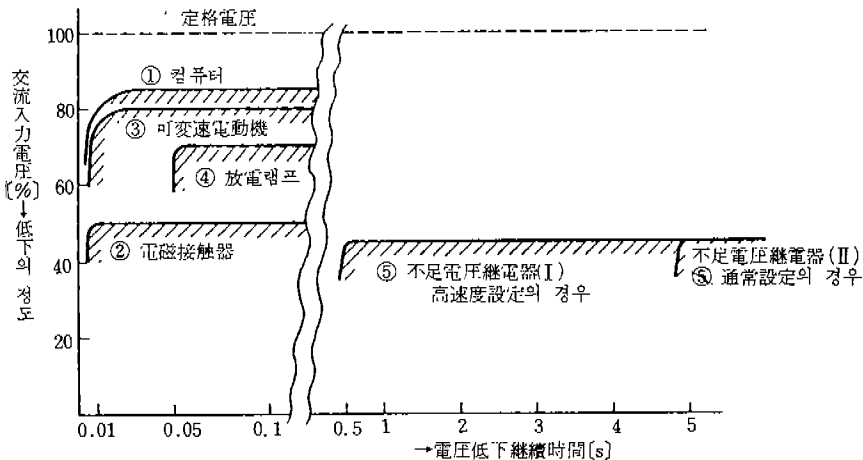


(b) 實際의 送電系統圖(例)



(c) 故障點과 需要家の 位置에 따른 瞬時電壓 低下의 程度

(그림-1)



(그림-2) 瞬時電壓 低下에 의하여 各種機器가 影響을 받는 範圍

〈표-1〉 瞬時電壓 低下의 繼續時間

故障發生系統	繼續時間
500 kV	0.07秒程度
220 kV	0.07秒程度
110 kV	0.1 ~ 2秒程度
66 kV	0.1 ~ 2秒程度
33~44kV	0.1 ~ 2秒程度
22 kV	0.1 ~ 2秒程度
6 kV	0.2 ~ 2秒程度

것이 전체의 80%이다.

瞬時電壓 低下의 發生頻度는 雷多發地域에 많고 都心部, 臨海工業地區에서는 적은 것이 통례이다.

또한 積雪地帶에서는 눈에 의한 送電系統의 變電所 또는 需要家 構內 變電所에서의 애자단락사고 電線이 늘어지는 事故도 잇어서는 안되는 停電要因이며 이 경우에는 長時間 停電에 대한 대책이 必要해진다.

2. 瞬時電壓 低下의 影響

각종 電氣設備 중에서 瞬時電壓 低下에 의한 影響을 받기 쉬운 것은 다음과 같은 것이 있다.

- (i) 컴퓨터(PC도 포함)
- (ii) 電磁接觸器
- (iii) 可變速制御電動機(특히 制御用的 사이리스터 變換裝置)

(iv) 高圧放電燈(水銀燈, 나트륨램프)

(v) 受電點의 交流入力 電壓低下檢出 繼電器(UVRY)

그림 2에 이들 機器에 영향이 발생하는 범위를 들었다.

표 2에는 이들 機器의 適用分野와 需用家에서는 操業上의 影響의 重大성을 들었다.

여기서 특히 OA, FA로 대표되는 IC가 瞬時電壓 低下에서 어떤 影響을 받는지에 대하여 보충설명을 한다.

컴퓨터는 그 大小를 불문하고 直流의 低電壓回路로 그 論理回路가 구동되고 있다(일반적으로 論理回路의 구동전압은 DC±24V, ±15V이다). 이 驅動電源을 安定된 電源으로서 確保하기 위해 컴퓨터 자체에 스위칭레귤레이터가 내장되어 있다.

스위칭레귤레이터는 低壓 交流入力(PC에서는 대부분의 경우 單相 100V를 入力으로 하고 있다)을 整流하여 트랜지스터에 의하여 直流出力電壓을 安定化시키고 있으며 直流回路에 콘덴서를 내장하고 있다.

따라서 가령 低壓交流入力이 低下되어도 이 콘덴서의 蓄積에너지로 10~20ms는 直流出力電壓이 유지되도록 배려되어 있다.

단, 이 값과 前述한 표 1의 瞬時電壓低下의 最短 繼續時間 0.07秒(70ms)를 비교하면 스위칭레귤레이터가 標準裝備하고 있는 콘덴서는 落雷 對策用으로서는 불충분하다고 하지 않을 수가 없다.

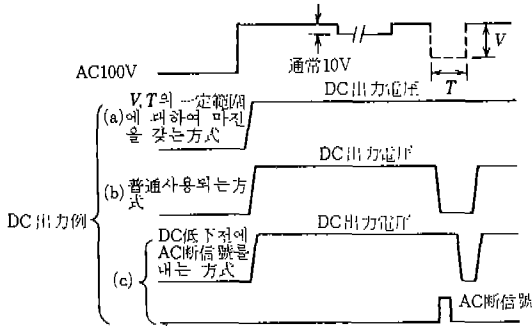
受電交流入力の 瞬時電壓低下가 上記 콘덴서의 直流出力維持 可能時間을 초과한 경우에는(落雷事故時에는 우선 초과해 버린다고 생각해야 한다) 컴퓨터는 메모리의 消失 프로그램에러 發生을 방지하기 위해 또는 에러發生을 검출하여 일단 시스템을 自動停止시키는 것이 通例이다.

그림 3에 스위칭레귤레이터의 交流入力電壓 瞬時 低下와 直流出力電壓의 關係를 들었다.

이와 같이 瞬時電壓低下는 단지 機器자체의 정지에 그치지 않고 앞에서 설명한 표 2에서와 같이 製造分野에서의 生産라인의 停止, 情報處理分野에서의 데이터處理에러, 停止 등 광범위에 걸쳐 影響을 미치게 된다.

(표 - 2) 瞬時電壓低下의 影響

瞬時電壓低下에 敏한 機器	瞬時電壓低下의 許容值		瞬時電壓低下의 影響	影 響 의 정 도
	전압저하의 값 [%]	계속시간 [ms]		
① 컴퓨터(PC포함) OA, FA機器	10~20	3~20	○메모리 消失 프로그램 誤動作 등에 의한 停止	○On-line 데이터 처리 정지 ○프로세스 컴퓨터 停止, 操業 停止, 제품 불량 발생 등
② 電磁接觸器	50 (65~45)	5~20	○閉路中인 電磁接觸器 자체가 開路되어 버린다.	○플랜트 모터 停止
③ 可變速制御電動機 (사이리스터모터 등)	20	5~30	○사이리스터 保護를 위해 變換裝置 자체를 閉路 停止한다.	○엘리베이터 停止 ○일반 산업 모터 停止, 플랜트 操業 停止 ○上下水道 펌프 모터 停止, 赤水 發生 등
④ 水銀燈, 나트륨램프 등	20~30	50~1000 (1s)	○消燈되어 버린다	○절포, 홀의 조명 소등 ○도로, 터널의 조명 소등
⑤ 交流入力電壓 低下檢出繼電器(I)	50~60	50' 이상	○검출계 전기에 보호연동되고 있는 차단기를 開路	○石油 플랜트, 藥劑 플랜트 등에서의 生産라인의 停止에 의한 生産 停止
⑤' 同上 (II)	50~60	5000' 이상 (5s)	○同 上	○一般 産業 受電設備의 停電



〈그림-3〉 스위칭레귤레이터의 交流入力, 直流出力特性

3. 瞬時電壓低下의 대책

瞬時電壓低下의 대책은 대책 그 자체를 電力系統에서 강구하는 것으로 분류된다.

표 4가 電力系統側에서 생각할 수 있는 대책인데 實現性欄에서 보는 바와 같이 用地的 확보, 경제성 기준 送電系統設備의 絕緣強化對策등 모두가 우선 실현이 불가능하다고 하지 않을 수가 없다. 따라서 機器側에서의 대책이 필요해진다.

機器側에서의 對策으로서는 표 5와 같은 대책을 생각할 수 있다.

여기서, 특히 컴퓨터負荷에 대해서는 交流無停電電源裝置(일반적으로 UPS: Uninterruptible Power System의 약칭, 또는 CVCF: Constant Voltage Constant Frequency의 약칭)가 종래로부터 널리 사용되고 있다.

그림 4 (a), (b)가 UPS의 기본구성이다. UPS는 그 이름 그대로 交流入力の 瞬時電壓低下, 또한 5

〈표-4〉 電力系統에서의 對策과 그 困難性

區分	理論적으로 생각할 수 있는 對策	實現性
雷擊事故의 減少	架空送電線의 地中化	用地面, 送電容量面에서 현실적으로는 不可能하다고 생각된다.
電壓低下幅의 減少	電源(發電所)의 分散配植	통상적으로도 많은 곤란이 따르는 電源立地點의 선정에 더욱 制約을 加하는 것은 不可能에 가깝다.
	500KV, 275KV系의 高抵抗接地採用	事故時健全相電壓이 대폭적으로 上昇하므로 設備의 健全性의 變遷, 再建設이 必要해진다.
電壓低下의 補償	靜止形無効電力補償裝置의 設置	設置스케이스 등에서 현실적으로는 不可能에 가깝고 應答速度에도 限界(數10ms)가 있다.

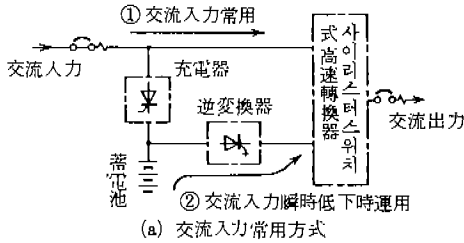
〈표-5〉 機器側에서의 對策

機 器	對 策	備 考
① 컴퓨터	UPS의 設置	
② 電磁開閉器	遲延釋放形(3秒 정도까지) 電磁開閉器의 채용	
③ 可變速制御 電動機	瞬時電壓低下對策 附制御回路의 採用	
④ 高壓放電램프	瞬時停點燈裝置附 램프의 採用	
⑤ 不足電壓계전기	繼電器의 整定時間의 延長	단, 설비에 制限이 없는 범위라야 된다.

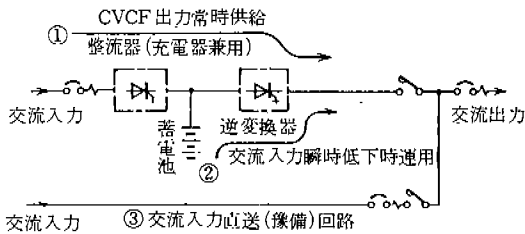
〈표-3〉 PC의 瞬時電壓 低下에 의한 영향

그림 3	制 御 部	메 모 리 部		外 部 記 憶 裝 置	画 面	프 린 터	復 歸
		揮 發 性	不 揮 發 性				
(b)	制御部자체가 AC出力低下를 검출하여 리셋 상태가 된다.	消 失	-	電動機回轉異常, 同期信號異常 등으로 停止記入中の 데이터는 一定블록 단위로 사용할 수 없다.	消 失	停止 印字중인 것은 사용할 수 없다.	再上昇
(c)	AC断信號에서 一定時間後리셋상태가 된다	同 上	實行中사이클은 終了되어 메모리에 格納後維持	同 上	同 上	同 上	自動後歸可

分에서 10分 정도의 停電에 대해서도 미리 蓄電池 設備에 축적된 直流에너지를 交流出力으로 逆變換 하여 負荷에 安定供給할 수 있기 때문에 配電系統의 計劃停電, 需用家 구내의 사고 정전에 대해서도 有用한 장치라 하겠다.



(a) 交流入力常用方式



(b) UPS 常用方式

〈그림-4〉 UPS의 基本構成

오늘날 OA, FA로 대표되는 PC用으로서의 小容量 UPS (극히 小容量의 UPS 라는 뜻으로 미니UPS 또는 마이크로 UPS라고 호칭되기 시작하고 있다)가 電源메이커에서 활발하게 제품준비가 되고 있다.

이것은 바로 落雷 등에 의한 交流入力の 瞬時電壓低下는 避할 수 없는 自然災害의 하나이며 自衛策이 필요하다는 恠센서스가 電力供給사이드, 電力需要사이드의 양쪽에서 高조되었기 때문일 것으로 생각된다.

PC用的 미니 UPS는 우선 무엇보다도 低價格으로 간단히 설치할 수 있어야 하며 汎用性을 중요한 回路方式으로서 그림 4 (a) 및 (b)를 생각할 수 있다.

그림 4 (a)는 常時에는 交流入力を 직접 PC 負荷에 供給하여 交流入力の 瞬時電壓低下 또는 停電時에만 蓄電池에서의 直流에너지를 交流로 逆變換하여 PC負荷에 安定된 電力을 供給하는 방식이다. 상시에는 交流入力を 그대로 PC負荷에 供給함으로써 에너지節約, 低코스트化를 기할 수 있는 方式이라

고 하겠다.

단 交流入力の 瞬時電壓低下 또는 停電時的 轉換器의 轉換時間은 PC의 交流入力瞬時電壓低下 許容時間 10~20ms 이내라야 된다는 것이 絶對條件이다.

그림 4 (b)는 항상 整流器(充電器兼用) 및 逆變換器로 交流安定化 出力을 負荷에 供給하는 방식이다. 그림 4 (b)의 交流直送回路는 만일을 대비한 豫備回路이다.

PC用으로 限定시켜보면 1KVA 이하의 미니UPS에서는 그림 4 (b)方式, 3~5KVA 出力의 경우에는 보다 작고 보다 싼 값이라는 視點에서 그림 4 (a)方式이 적합하다고 하겠다.

그림 5는 標準化된 1KVA 미니UPS의 外視寫眞이며 回路方式은 그림 4 (b)를 채용했고 10分間用 蓄電池를 내장하고 있다.

미니UPS를 설치할 정도의 重要設備로서 運用되고 있지 않고 交流入力の 瞬時電壓低下時에는 일단 PC가 停止되어도 될 경우에는 PC에 메모리백업을 구비하는 방법이 있다.

이것은 극히 短時間用的 電池를 PC에 내장하여 메모리로서 CMOS-RAM을 사용하여 交流入力の 瞬時電壓低下가 된 경우에는 瞬時(數ms)에 메모리退避를 하여 電源復歸時的 再起動을 용이하게 하는 방법이다. 그림 3 (c) 표 3 (c)가 이것을 배려한 것이다.

交流入力の 瞬時電壓低下의 실태와 機器側에서의 대책을 개설했는데 OA, FA 또는 이들의 互換오트메이션(HA), 이른바 하이테크時代를 뒷받침하는 컴퓨터, 엘렉트로닉스機器에 대해서는 無停電의 交流電力을 供給하는 것이 더욱 중요해지고 있다. 한편 電力系統의 無停電化에는 落雷로 대표되는 自然災害에 기인하는 恠란성, 불가능성이 남기 때문에 아무래도 機器側에서의 대책이 필요하며 대책의 일례로서 UPS의 기능을 설명했다. *