

C 이야기



민 병 훈
 (주)디투엔지니어링 고문
 (전)서울메트로 기술본부장
 공학박사/전기기술사

오늘은 C에 대한 이야기를 해야겠다.

여기서 말하는 C는 커패시터(Capacitor) 또는 콘덴서(Condenser)라고 하는 용어의 약자로 번역을 하면 정전용량(靜電容量) 또는 축전기(蓄電器)라고 부르는데 2차전지인 축전지(蓄電池; Battery)하고 구분을 하지 못하는 기술자도 가끔 만난다.

허기야 두 가지 모두 전기에너지를 충전하고 방전하는 것을 이용하니까 그릴 법도 하다.

축전기는 전기에너지인 전하를 그릇이 가진 용량만큼만 그대로 저장하고 내보내기 때문에 그릇이 깨지지 않는다면 오랫동안 쓸 수 있듯이 거의 100%의 효율에 장수명인 것에 비해 축전지는 두 개의 극판 사이에 전압을 가하거나 부하를 연결하여 내부 물질의 화학적 변화를 통해 충전과 방전의 결과를 얻기 때문에 화학적 변화의 가역작용에서의 손실이 발생하고 내부 물질의 변질로 인해 수명의 제한을 받는 점이 근본적으로 다른 점이라 할 수 있다.

저개의 모든 기술이 그러하듯이 축전기의 제조 기술도 시대의 변천과 더불어 많은 발전을 하였다.

필자가 경험한 축전기의 정확한 이해를 하게 된 계기는 바리콘이라고 하는 지금은 사라진 예전의 라디오수신기 부품을 접하면서이다. 가변용량 축전기라고 하며 정식명칭이 바리에블콘덴서의 약칭

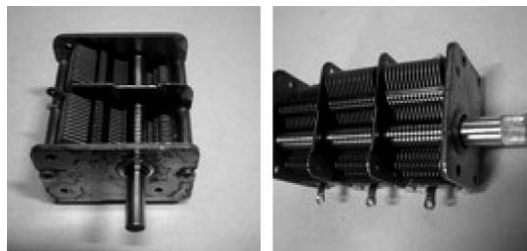
인데 알미늄 판을 전기적으로 공기에 의하여 서로 절연되게 2쌍의 조합을 겹치도록 한 뒤 손잡이를 돌리면 포개지는 면적이 변화하도록 하여 각기 전기적인 양 단자로 삼은 것이다.

정전용량의 크기는 양 극이 마주 보는 면적에 비례하고 간극에 반비례 하므로 한 장의 알미늄 판이 마주보면 용량이 얼마 안 되기 때문에 여러 장을 병렬로 배열하고 손잡이를 돌릴 때 기계적으로 서로 닿지 않을 정도로 가깝게 배치하여 마주 보는 면적의 크기에 따라 수십에서 수 백(pF)까지 정전용량을 변화시킬 수 있게 한 것이다.

이 바리콘의 손잡이를 돌리면 병렬 또는 직렬로 연결된 유도코일과의 공진주파수가 변화하여 수신하고자 하는 방송의 주파수를 선택하는 장치이다.

이른바 유전체로 공기를 사용한 공기절연 가변용량 커패시터였다.

트랜지스터의 발명으로 소형화의 길로 접어들면서 양 극판 사이에 유전체를 삽입하면 정전용량이



훨씬 증가되는 원리로 필름으로 절연한 얇은 유연한 극판을 사용하여 작게 더 작게 변형시킨 이른바 폴리바리콘으로 소형화시켜 미니 트랜지스터 라디오의 발전에 일익을 담당하다가 되었다가 반도체소자의 비약적인 발전에 힘입어 양단에 가하는 전압의 크기에 따라 정전용량이 변화하는 가변용량 다이오드의 발명으로 바리콘은 거의 자취를 감추게 되었지만 고주파의 수신이나 발신을 위해 꼭 필요한 장치였다.

이러한 특별한 용도에 사용되는 커패시터가 있는가 하면 마주댄 극판사이에 운모, 세라믹, 필름 등의 절연체가 유전체를 사용한 고정된 정전용량을 가진 콘덴서가 통신기기에서 직류를 저지하고 교류를 통과시키거나 특정 주파수 대역을 선택하는 커플링이나 바이패스용, 교류를 직류로 변환하는 정류회로에서 정류기를 거친 맥류의 전위차 변화에 따른 충·방전을 이용한 필터용, 산업용교류 전력시스템에서 유도성 부하로 인해 나빠지는 역률을 개선하기 위한 진상용 콘덴서 등이 많은 영역에서 역할을 하고 있다

커패시터는 목적에 따라 필요한 정전용량 외에 양극사이에 삽입된 유전체의 종류에 따라 직류전용으로 쓰이는 경우 양극의 극성이 정해져 있거나 교류용으로 쓰이는 무극성인 경우 또는 사용하는 전압의 한계 등의 사용규격이 정해져 있으며 이 한계를 초과하게 되면 내부 전해 물질의 발열로 인하여 팽창을 계속하다가 폭발하는 사고를 초래하기도 된다.

오래 전에 지하철의 어느 역에 도시가스 회사에서 설치한 지하에 매설된 배관의 전식방지용 강제배류기와 인접한 시설에 화재가 발생하여 조사를 해보니 출력전압이 직류 110볼트인 배류기의 내전압 250WV인 필터용 전해 콘덴서 몇 개가 폭발하면서 비롯된 사고였다.

배류기 자체로 보아서는 적절한 규격이었지만 직류 1,500볼트를 급전하는 지하철에서 알미늄 풍선 등의 접촉으로 인한 가선의 지락사고가 발생하면 음극이 연결된 레

일과 전기적으로 절연상태인 대지 간에는 가선전압이 그대로 전달되어 레일과 배관사이에 연결된 강제배류기에는 차단기가 동작할 때 까지는 최소한 500볼트 이상의 전압이 인가되는 것을 미처 생각하지 못했던 것이 원인이었다.

커패시터는 예전에는 한정된 소재로 인해 용량을 크게 만들기 어려웠지만 소재기술의 발전으로 슈퍼 커패시터나 울트라 커패시터 등 초대형 용량의 제품이 개발됨으로써 전력에너지의 저장용도로 연구되고 있다.

도시철도 등 전철분야의 경우 전력에너지의 이용 상황을 보면 보통 1~2분이 소요되는 정거장사이를 출발하여 정차할 때까지 30초 내지 1분 정도의 시간동안 객차 1량에 4개씩 달린 1대당 200kW 정도 되는 모터를 전 출력이동한 뒤 타력으로 운행하고 정지한다.

전원 공급자 측에서 볼 때 부하의 변동이 극심한 악성부하인 셈이다.

이 경우 직류 가선의 급전 측에 슈퍼 커패시터를 설치하면 피크 값을 감소시켜 부하변화의 곡선을 완화시켜 주는 효과가 있다.

전원 공급자 측의 이점은 전력계통의 안정화에 도움을 주고 품질의 저하를 막을 수 있으며 사용자 측의 이점은 전력수요요금의 산정기준이 되는 피크 값의 저감을 통한 전력요금 지출면에 있어서 경제적인 이득이 되겠지만 시설이 복잡해지면서 장애발생의 개연성이 커지고 우선은 투자비가 많이 소요된다는 점이 어려운 점이긴 하다.

국내에서도 한국철도기술연구원에서 대전시 도시철도를 모델로 이의 개발과 적용을 위한 연구와 실증을 통해 에너지 절약의 효과가 입증되고 있기 때문에 앞으로 좋은 결과가 기대된다.

울트라 커패시터는 외국에서는 활발한 연구를 하고 있는데 주로 노면전차인 트램에 적용하는 방안이다.

노면전차의 경우는 과거에 서울과 부산 시내에서 운행하다가 퇴역한 바 있지만 현 세대에서는 트램(TRAM)이라는 이름의 IT기술을 접목한 신교통시스템으로 각광을 받고 있다.

노면전차는 수십kW짜리 모터를 양방향성 IGBT로 제어하여 견인하는 청정시스템으로 녹색성장시대에 걸맞는 교통기관인데 큰 핸디캡은 운행선로의 공중에 설치하는 급전을 위한 전차선 때문에 도시의 미관을 저해한다는 점이다.



도로의 양 측에 건물이 있을 때는 비교적 영향이 적지만 조망의 대상이 되는 조형물 또는 유적이 있거나 광장을 지나는 경우는 문제가 심각하다.

그래서 울트라 커패시터를 활용하여 이러한 문제를 해결하는 방안을 연구한 결과 미관지구나 광장을 지나는 선로의 구간에는 전차선 가선을 하지 않고 지붕에 울트라 커패시터를 설치한 전차를 개발하여 평소에 축적된 전기에너지를 필요시 방전하여 주행하는데 독일에서 2003년도부터 4년간 상업운전을 하여 검증한 후 2008년 WCRR대회에서 발표한 바 있다.

실험에 의하면 길이 30m인 전차를 500m 정도의 거리를 전차선을 가선하지 않고도 최고시속 26km로 주행할 수 있었으며 또한 가선에 전력을 공급하는 전철변전소의 급전구간을 늘릴 수 있어 시험한 노선은 8개의 변전소를 6개로

감소시킬 수가 있었다고 한다.

이렇게 주로 전자 통신 분야에서 역할을 하던 콘덴서가 전력에너지를 저장하는 영역까지 진출하여 맹 활약을 하는 것을 보면 기술의 진보는 무궁무진하다고 할 수 있다.

전력에너지의 저장은 불과 10여년 전 까지만 해도 배터리 아니면 플라이휠이나 초전도 유도체의 개념에서만 맴돌았었는데... ☹

