

전력선 통신의 결합 커패시터의 전기적 특성

김병호 이현용 김지균 김유경 최용호 박귀남
(영지대학교)

Electronical Properties On Coupling Capacitor of PLC

Kim Byoung ho, Lee hun yong, Kim jee gyun, kim yu kyong, Choi yong ho, Park
(UNIV. of Myong Ji)

Abstract -

전력선 통신 시스템을 간략히 살펴보면 송전단과 수전단으로 나누어 볼 수 있다. 송전단은 전력을 송전하기 위한 설비와 신호를 실고 분리하는 결합회로로 구성되며 수전단은 수전설비와 결합회로로 분리된다. 결합회로는 BaTiO3를 주성분으로 하는 고유전율 및 대용량의 커패시터로 구성되었다. 이 커패시터를 변압기 외부에 사용하므로, 직사광선에 의한 온도 변화가 생길 것이며 이 변화에 따라 커패시턴스 값의 변화가 생길 것이므로 HPF로 사용할 때 커패시턴스 값의 변화로 주파수에 영향을 줄 것이다. 주위온도에 따른 커패시턴스의 변화가 HPF의 동작에 어떠한 영향을 미치는지 고찰하고자 한다. 이에 본 연구에서는 수전단의 10KV이하 배전 선로에 사용되는 Coupling Capacitor의 외부온도를 변화시켜 전기적 특성의 변화를 고찰함으로써, HPF로서의 사용될수 있는지 확인하고자 한다.¹⁾

단에 Capacitor를 삽입함으로써 커플러로 역할을 할 수 있다. 그러나 커패시터는 온도에 따라 비유전율 및 커패시터스의 변화로 주파수 왜곡을 가져올 수 있다. 이러한 문제로 커패시터의 온도에 따른 전기적 특성 변화를 고찰하고, HPF로서의 동작 상태를 고찰해 본다.

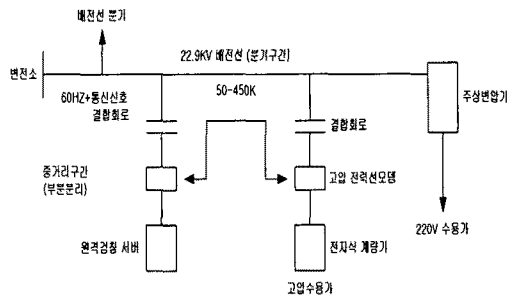


그림 1. PLC 구성도

1. 서 론

전력선 통신이란 Power Line Communcation(이하 PLC 라함)으로 1950년대부터 연구가 진행되어 왔지만 전력선의 부하 변동에 따른 왜곡등의 문제점 때문에 기술 개발이 크게 진보되지 못했다. 최근 고주파를 이용한 무선 이동 통신, 위성 통신 및 광케이블을 이용한 광통신등의 통신 기술의 급격히 발전해왔다. 이러한 통신 산업은 초기 설비 투자비용이 고가이기 때문에 시장이 좁은 지역에서는 이용이 어렵다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완, 기존의 PLC을 위한 모뎀을 설치함으로써 통신망을 구축하는 전력선 통신 주목되고 있다. 아직 속도 면에서 ADSL 속도인 10Mbps급이 구현되었으며 최근에는 Gbps급 구현에 기술 개발이 진행 중에 있다. PLC는 전력선의 기본주파수에 신호를 실어 보내어 이것을 수용가의 플러그를 통해 전달하는 개념으로 연구가 시작되어 현재에 이르고 있다. 국내에서는 96년도부터 중소기업들을 중심으로 관심을 갖기 시작하여 최근에는 대기업들도 참여하고 있다. 해외의 경우, 영국은 시범운영이 끝났으며 독일에서는 2001년 후반기부터 서비스를 시작하였다. 이와 같이 PLC시장은 빠르게 발전하고 있다. PLC 구성을 살펴보면 그림 1과 같이 나타날 수 있다. 빠른 통신 기술의 발전으로 부하변동에 따른 신호의 왜곡을 줄여 전력선의 통신선로로서의 사용이 본격화되어 가고 있다. 이에 전력선에 통신신호를 실는 커플러가 중요하며 배전

2. 시료의 제작 및 측정 방법

2.1. 커패시터의 제작

시료는 시편의 조성식에 따라 전자저울로 평량하여 알루미늄 유발에서 알콜을 분산매로 하여 4시간 동안 혼합, 분쇄하고, 그 분말을 진공오븐에 2시간 동안 완전 건조시킨 후 알루미늄 도가니에 넣어 전기로에서 1,110℃로 2시간 동안 하소시켰다. 하소된 분말을 알루미늄 유발에서 재분쇄하고, 200mesh체를 통하여 입도를 균일하게 한 후, 바인더로 폴리비닐 알콜을 1.5wt% 혼합하여 진공오븐에서 완전 건조 시켰다. 건조된 시료를 원통형 금형(직경 : 30mm)에 넣고 1.5 ton/cm²의 압력으로 성형하였다. 성형된 시료를 알루미늄 도가니에 넣고 전기로에서 1400℃로 2시간 동안 소결하였으며, 이 때의 온도 상승률은 5℃/min 이며 냉각 속도도 동일하다. 소결용 분말로 ZrO₂분말을 사용하여 도가니 속에 넣고 밀폐하여 도가니 내의 온도를 균일하게 하여 두께15mm, 직경 30mm의 BaTiO₃계 커패시터를 제작하였다. [2]

2.2 전압 - 전류 측정

온도에 따른 전압 전류를 측정하기 위해 그림.2과 같이 항온조를 설계 제작하였다. 전원장치로는 Pluse Electronic Eng. 사의 고전압 장치를 사용하였으며 전극은 직경 12mm의 평판 전극이다. 시료의 연면방전을 방지하기 위해 절연유를 항온조에 넣었으며, 절연유의 대

류에 의해 항온조의 온도가 균일하게 될 수 있는 역할을 하였다. 항온조의 바닥과 상층부는 온도차가 약3℃이하가 난다.

2.3 주파수 통과 여부 확인

그림 3와 같이 회로를 구성하여 주파수 발생기와 오실로스코프를 가지고 교류 전압 15V를 넣어 주파수의 저지 대역을 관찰하였다.

2.4 그 외의 측정

전압-전류의 측정으로부터 비유전율 및 캐패시턴스 값을 구함으로써 전기 전도도에 관한 메커니즘에 관하여 고찰하고 통신 필터로서 작용이 용이한지 고찰한다.

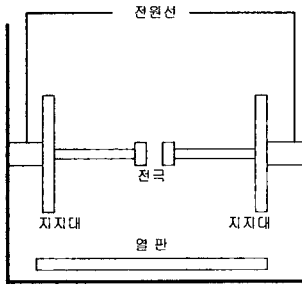


그림 2 항온조

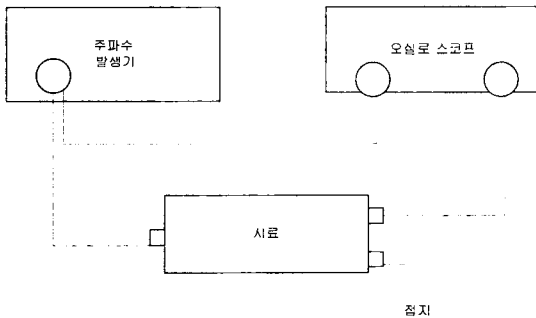


그림 3. 주파수 통과 확인회로

3. 실험결과 및 고찰

I-V 특성은 옴의 법칙이 성립함을 볼 수 있다. 절연과 파괴 전압까지 울리지 않고 4.5kV까지 울린 이유는 저전계에서의 전기 이동도에 대한 메커니즘을 고찰할 수 있다.

전원은 60Hz의 AC전압을 매초 0.5kV의 속도로 상승시켜 4.5 kV까지 상승 시켰으며 이때의 온도는 20~80 [°C]까지 20℃의 편차를 두었다. 캐패시터는 낮은 온도에서는 전류에 의한 열을 발생하므로 낮은 온도보다는 높은 온도에서 열에 의한 파괴가 일어날 것으로 예상되어 상온부터 80℃까지의 온도에 대하여 측정하였다. [3]

그림 4.은 온도에 따라서 전류값이 작아짐을 나타내는

데 이는 옴의 법칙에 의해

$$|Z| = \frac{V}{I} \quad (1)$$

즉 임피던스가 커짐으로 해석할 수 있다.

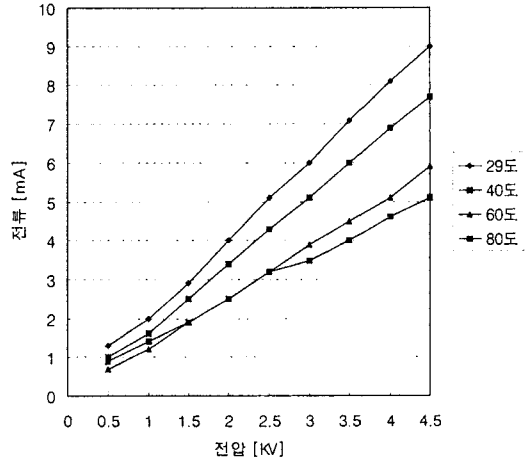


그림 4. 전류-전압 특성 곡선

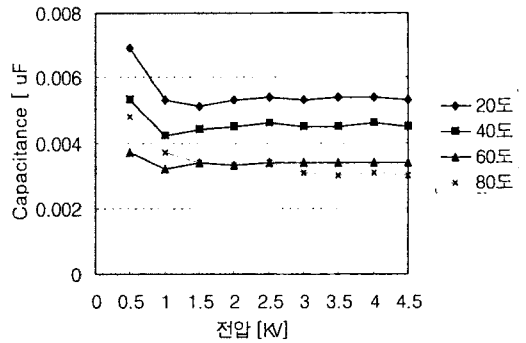


그림 5. C-V 특성 곡선

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d} \quad (2)$$

C:Capacitance, ϵ_0 :진공중의 유전율, ϵ_r :비유전율
S:시료 면적, d:두께

$$|X_c| = \frac{1}{\omega C} \quad (3)$$

X_c :리액턴스, ω :각 주파수, C:Capacitance

주파수가 60Hz로 일정하므로 임피던스의 증가는 캐패시턴스의 감소로 야기됨을 알 수 있다. 이것은 위의 그림 5.에 잘 나타나 있다.

캐패시턴스의 감소로 PLC 통신에서의 주파수 저지 대역이 낮아지게 되는 원인이 될 수 있으며 이는 통신선로의 잡음으로 작용될 수 있다. 그림 6의 비유전율의 온도에 따른 변화를 보면 16/°C로 이것은 작은 변화로

PLC에서 결합회로용으로서 외부온도에 대한 잘 견딜 수 있을 것으로 사료된다. [4][5]

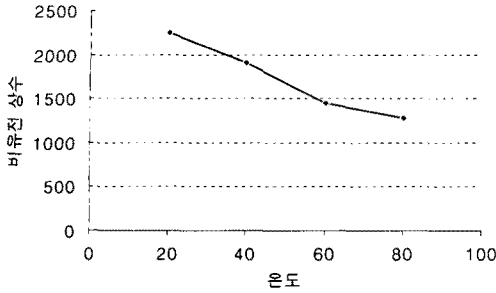


그림 6. 온도에 따른 비유전 상수의 변화

주파수 특성은 배전선의 인덕턴스와 결합캐패시터의 캐패시턴스에 의해 발생하는 공진 주파수가 통신 주파수 영역에 해당되지 않도록 설계해야 한다. 통신선로의 특성 임피던스는 50[Ω]을 기준으로 설계 되었다. Xc의 값을 50[Ω]으로 보고 그에 따른 캐패시턴스 변화에 따른 주파수의 변화를 그림.7에 나타내었다.[6][7]

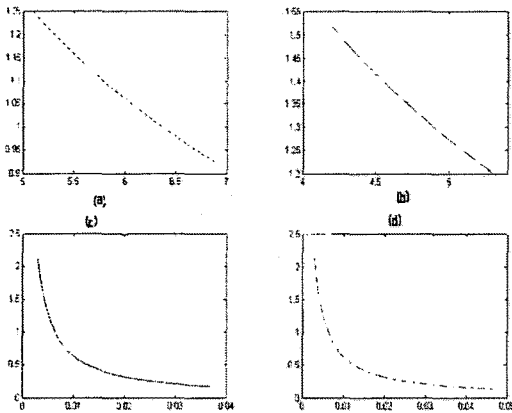


그림 7. 캐패시턴스에 따른 주파수 변화
(a)20°C (b)40°C (c)60°C (d)80°C

그림 7에 보여진 것과 같이 주파수는 1MHz이상의 주파수를 통과 시키는 것을 볼 수 있다.

4. 결론

위의 캐패시터에 대한 고찰은 등가회로상에서 R, L은 무시할 수 있을만큼 매우 작은 값에 보았기 때문에 실제의 캐패시터의 동작과는 차이가 생길 수 있다. 캐패시터는 비유전율이 20°C에서 약 2300의 값을 갖는 고유전율 캐패시터로 온도에 따른 캐패시턴스가 3[nF]정도의 변화를 가지며 이 변화는 주파수에 큰 영향을 주지 못하는 것을 그림 7의 온도에 따른 캐패시턴스 변화에 대한 주파수 그래프에 나타내었다.

즉 캐패시턴스 값이 약 0.005~0.007 [μF]일 때 0.9~1.2MHz 이하의 주파수가 차단됨을 볼 수 있다.

이 값은 R, L을 무시할 값으로 실제에서는 0.9MHz보다 낮은 주파수 영역도 통과된다. 그림 7에서와 같이 낮은 주파수에서 고임피던스로 작용하여 저주파 영역을 효과적으로 저지함을 볼 수 있다.

앞으로 전력선 통신은 홈오트메이션을 중심으로 발전할 것이므로 결합회로용 캐패시터의 수요가 크게 증가할 것으로 보인다.

(참고 문헌)

- [1] (주) 피엘콤 "전력선 통신 기술" 자료 참조
- [2] 김법진, 박태곤, "자기캐패시터용 (Ba Sr Mg) TiO3 세라믹의 제조", 한국전기전자재료학회, Vol. 10, No.7 pp.674~1997
- [3] 김충혁 "BiO3 · 3TiO2 의 첨가량에 따른 (SrP (CaMg)TiO3 세라믹의 전기적 특성" 한국전기전자재료학회 Vol. 11, No.2, pp.111~120
- [4] 윤중락, 이현용, 김경용 "이동 통신용 BiNbO4 세라믹의 CuO 및 CdO 첨가량에 따른 고주파 유전 특성" 한국재료학회지, Vol.8, No. 11, 1998
- [5] 윤중락, 이현용 "(Zr,Sn)TiO4계 세라믹스를 이용한 PCS 송,수신 대역통과 필터의 설계 및 구현" 한국전기전자재료학회 논문지 Vol.9, No.9, 1996
- [6] 김충혁, 정일형, 이준용 "(Sr-Pd)TiO3 계 세라믹의 전기도 및 DC 절연파괴 특성", 한국전기전자재료학회 Vol. 5, N 4, pp.61~69, 1992
- [7] A.G burr, D.M.W. Reed " Effect of HF bor interference on Powerline Communications Above 1 IEEE, pp 2870~2875, 1998
- [8] Stenfan Ramseier, Michael Arzberger, Andreas Hauser " MVand LV powerline communication : New proposed IEC standards" IEEE pp235~239, 1999