

브리지형 인버터의 전류특성에 관한 연구

박진길* · 정주윤** · 강창남*** · 박재식** · 김항배**

A Study on the Current Characteristic of Full Bridge Series Inverter

J.G. Park, J.Y. Chung, C.N. Kang, J.S. Park, H.B. Kim

Abstract

The application of A.C. motor as servomotor is rapidly increased with the recent advance of power electronics and digital control methods. The induction motor which has a simple structure and needs less maintenance is used in the industrial field for the variable speed and position control.

In this paper, the current characteristics of the system composed of R.L.C. load and series bridge inverter is investigated through the results of computer simulation and experiment to look for the good properties of A.C. motor driven by the above inverter.

The time schedule of conventional bridge inverter and the parameters such as resistance and damping coefficient of load is changed for good results. It is possible to get the load current of similar sine wave under various conditions.

1. 서 론

근래에 와서 고속 스위칭소자(GTO, MOSFET, TR, SCR)의 성능 향상과 마이크로프로세서를 이용한 제어기의 개발로 가변속전동기에 대한 제어성 및 효율향상, 신뢰성 및 유지비 향상이 이룩되어 왔다. 이에 부응하여 유도전동기의 가변속운전이 용이하게 됨으로써 일반 산업계에 크게 각광을 받고 있으며 이에 대한 연구가 계속 진보되고 있다.

가변속 유도 전동기의 제어를 위한 시스템에는 직류-교류 전력변환 장치인 자기소호형 반도체소자를 이용한 PWM인버터가 주로 사용되는데 이는 가변전압과 가변주파수의 출력을 동시에 제어하여 자속을 일정하

* 한국해양대학교 해사대학 기관공학과

** 한국해양대학교 대학원

*** 제주대학교

게 유지해 광범위한 가변속운전에 대하여 전동기의 효율과 역률의 저하없이 속도를 제어한다. 또한 이는 특정 고조파를 제거 혹은 감소시킬수 있는 이점이 있으므로 교류전동기의 속도제어와 최대 토크운전에 많이 쓰이고 있다. 근래 몇년동안 트랜지스터의 고내압, 대전류화에 수반하여 범용인버터의 스위칭소자로 트랜지스터가 거의 사용되고 있으며, 과거에 일정속도로 운전하던 범용유도전동기는 범용인버터를 그대로 사용하여 간단하게 가변속운전을 할수있다.^{1,4,9)}

본 연구에서는 산업용 고주파 가열로에 많이 사용되는 전 브리지 공진형 인버터(Full Bridge Resonant Inverter)를 전동기의 구동용으로 응용하기 위하여 RLC의 부하에서 주파수 및 파라미터 크기의 변동에 따라 전류특성(電流特性)이 어떻게 변하는가를 살펴보았다. 공진형 인버터는 RLC 부하의 공진현상을 이용하여 전류(轉流: commutation)를 행하므로 깨끗한 정현파를 얻을 수 있으나 부하가 일정하여야 하며 주파수도 수 KHz의 고주파를 발생하여야 한다.²⁾ 여기서는 전력용 트랜지스터를 사용하여 강제전류(強制轉流)시키고 RLC 직렬부하의 고유주파수(f_N)와 회로의 강제주파수(f_f)의 비(f_s)를 변화시킬 때, 강제주파수(f_f)를 일정하게 유지한 상태에서 주기(T_p)와 통전시간(T_o)의 비(T_s)를 변화시킬 때, 부하의 저항과 인덕턴스에 의해 결정되는 2차계의 감쇠계수(damping coefficient)가 변동할 때의 전류특성이 어떻게 변하는가를 컴퓨터 시뮬레이션과 실험을 통하여 결과치를 비교분석함으로써 직렬브리지형 인버터의 전류특성을 알아내고자 하였다.

시뮬레이션은 시스템의 전달함수를 구하고 수치해석을 통하여 전류특성을 분석하였고, RLC 부하로 구성된 직렬브리지형 인버터와 이를 구동하는 제어전용의 마이크로프로세서인 INTEL EV8097BH, 시스템 구동과 자료수집을 위한 2대의 16bit퍼스널 컴퓨터를 이용하여 실험을 행하고 그 결과를 시뮬레이션 결과와 비교 분석하였다.

2. 직렬인버터의 기초이론

직렬 공진인버터(Series Resonant Inverter)는 반브리지(Half-Bridge)형과 전브리지(Full-Bridge)형이 있으나 전력이 4배인 전브리지형에 대해서만 설명하기로 한다.^{1,2,12)}

보통 유도전기로 등의 가열에 수KHz의 주파수가 요구되며 SCR을 전류장치(轉流裝置)에 사용하여 RLC 부하회로의 공진현상을 이용하여 정현파를 얻는다. 본 연구에서는 유도 전동기의 속도제어에 이용할

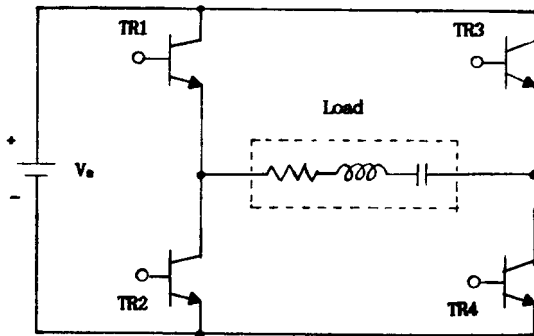


Fig. 2. 1. Full-Bridge Series Inverter

목적으로 강제전류를 시키기 위하여 트랜지스터 전력소자를 이용하였으며 주파수는 10-100Hz로 조절하였다. 각 트랜지스터 소자의 점화시기(Firing Time)를 조절하여 부하전류가 가능하면 정현파에 가깝도록 하였다. Fig. 2.1의 전브리지형 인버터에서 Tr_1, Tr_4 가 동시에 통전되면 부하의 양단에 V_s 의 전압이 걸리고 반주기 후 Tr_2, Tr_3 가 통전되어 부하의 양단에 Fig. 2.2와 같이 $-V_s$ 의 역전압이 걸린다. 이때의 부하양단의 순시전압은 식(2.1)과 같고 부하의 전류 $i_o(t)$ 는 Fig. 2.3과 같이 흐른다.

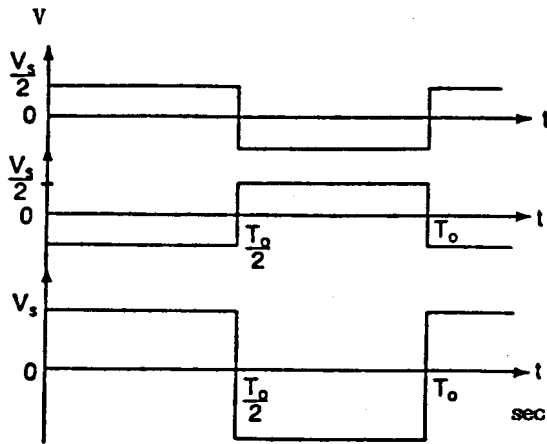


Fig. 2. 2. Voltage Waveforms of Full Bridge Inverter

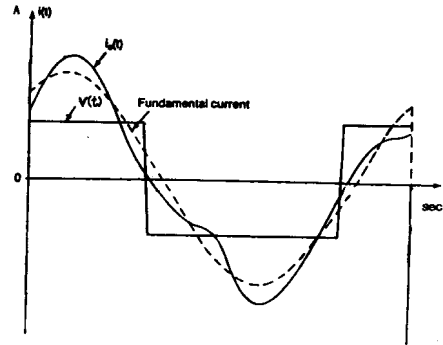


Fig. 2. 3. Current Waveforms of Load

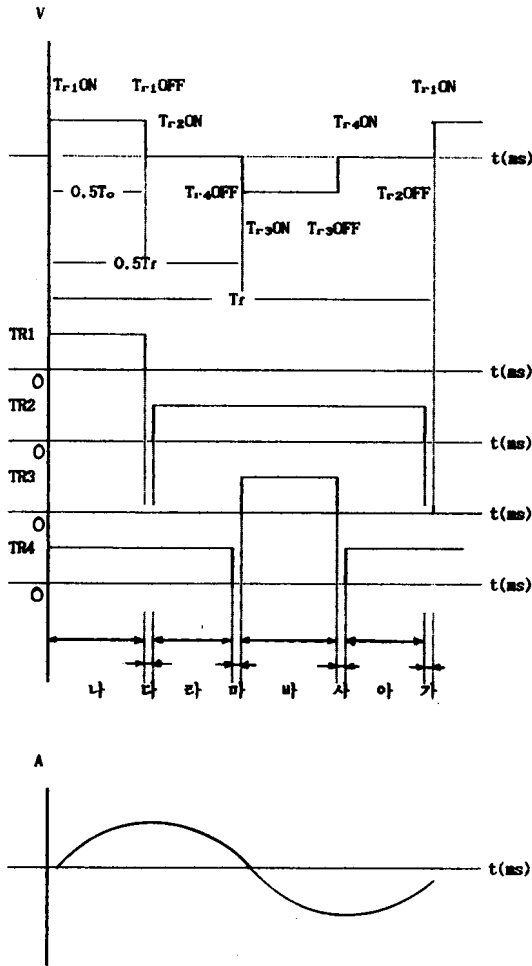


Fig. 2. 4. Time Chart of Full-Bridge Inverter

$$v_o = \sum_n \frac{2V_s}{n\pi} \sin n\omega t \quad n=1, 3, 5, \dots$$

$$v_o = 0 \quad n=2, 4, 6, \dots \quad (2.1)$$

본 연구에서는 부하에 흐르는 전류를 조절하기 위하여 직렬공진인버터(Series Resonant Inverter)에서와는 달리 Tr_1 과 Tr_4 , Tr_2 와 Tr_3 를 동시에 통전하지 않고 적당한 시간의 간격을 두어 통전과 차단 시간을 조절하여 전류파형을 바꾸어 보았다.¹⁰⁾ 파워트랜지스터를 스위칭소자로 이용했을 경우 각 단자전압과 가상전류를 보면 Fig. 2.4와 같이 계단파 및 정현파로 되고 구간별로는 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

(가) Tr_2 OFF, Tr_1 ON되는 기간은 콘덴서 양단의 전압은 모두 방전된 상태인 0 이고 부하에 흐르는 전류도 0인 상태이다.

(나) Tr_1 ON, Tr_1 OFF되는 기간은 전 전원 전압 (V_s)이 Tr_1 에서 부하를 거쳐 Tr_4 까지 걸리는 시간으로 전류와 전압사이에는 식(2.2)의 관계가 성립한다.

$$Ri_o(t) + L \frac{di_o(t)}{dt} + \frac{1}{c} \int i_o(t) dt = V_s - V_{co} \quad (2.2)$$

여기서 V_{co} 는 콘덴서 양단의 초기전압으로 Tr_1 이 ON되는 순간에서는 방전이 모두 끝난 상태로 보아 $V_{co}=0$ 이다.

(다) Tr_1 OFF, Tr_2 ON되는 기간은 전원전압은 차단되나 부하의 인덕턴스(L)에 저축되어 있는 자기에너지가 Tr_4 를 통해 방출되는 기간으로 전류와 전압사이에는 식(2.3)이 성립한다.

$$Ri_o(t) + L \frac{di_o(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i_o(t) dt = V_{co} \quad (2.3)$$

(라) Tr_2 ON, Tr_4 OFF되는 기간은 전원전압이 차단된 상태에서 부하의 인덕턴스(L)에 저축되어 있던 전기 에너지와 콘덴서(C)에 저축되어 있던 전기 에너지가 Tr_2 또는 Tr_4 로 방출되는 기간으로 식(2.3)의 전압-전류관계가 성립한다.

(마) Tr_4 OFF, Tr_3 ON되는 기간은 부하에 저축되어 있던 에너지가 모두 방출된 상태이므로 전류의 흐름이 0이 되는 기간이다.

(바) Tr_3 ON, Tr_3 OFF되는 기간은 부하에 전 전원전압이 부하에 역으로 걸리는 기간으로 식(2.2)에서 $V_{s는} -V_{s로} 되고 부하전류 i_o(t)는 Tr_3에서 부하를 거쳐 Tr_2로 흐른다.$

(사) Tr_3 OFF, Tr_4 ON되는 기간은 (다)에서와 같이 전압과 전류사이에는 식(2.3)의 관계가 성립하며 자기 에너지가 Tr_2 로 방출되는 기간이다.

(아) Tr_4 ON, Tr_2 OFF되는 기간은 (라)에서와 같이 부하에 저축되어 있는 자기 및 전기에너지가 Tr_2 또는 Tr_4 로 방출되는 기간이다.

위와 같이 트랜지스터의 통전시간과 차단시간을 적절히 컴퓨터로 조절함으로써 주파수(f_s)와 통전시간비(T_s)를 임의로 변경할 수 있고 부하의 파라미터 조절에 따라 여러가지 형태의 전류파형을 얻을 수 있을 것이다.

3. 실험장치

본 연구에서 설계된 직렬 브리지형 인버터는 부하 임피던스, 소프트웨어를 처리하는 인텔

80286(16MHz)과 주파수에 따른 펄스폭을 만드는 제어전용 마이크로프로세서인 EV8097BH와 직렬 인버터의 세부분으로 구성되어 있다.

Fig. 3.1은 실험장치의 전체계략도를 나타내고 있다. 소프트웨어적으로 처리된 데이터는 I/O 장치를 통하여 EV8097BH의 입력포트에 전달되고 이곳에서 주파수에 따른 펄스폭을 만들어 아나로그로 변환되어 출력된다. 출력신호는 인버터의 파워트랜지스터의 베이스에 가해지는 트리거신호를 만들어 내는데 이 신호는 주 회로의 높은 전압과 서어지등으로부터 마이크로프로세서와 그밖의 회로를 보호하기 위하여 포토커플러를 거쳐 인버터에 전해진다. 트리거신호에 의해 인버터는 4개의 파워트랜지스터의 ON-OFF에 따라 직류전원을 입력된 적절한 주파수를 갖는 교류전원으로 바꾸게 되고 그에

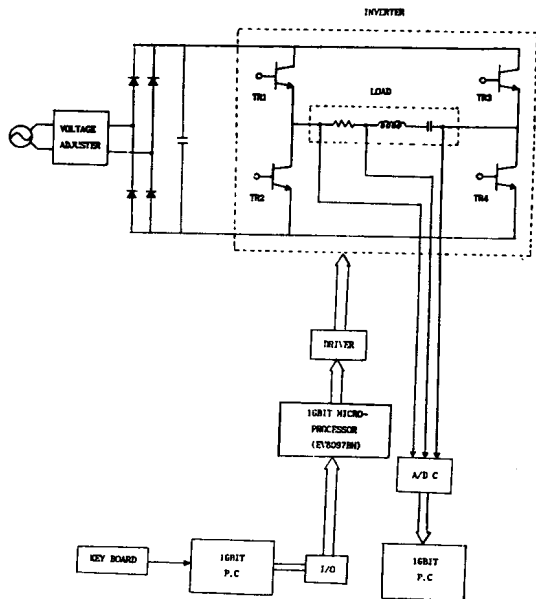


Fig. 3. 1. Schematic Diagram of Experiment Equipment

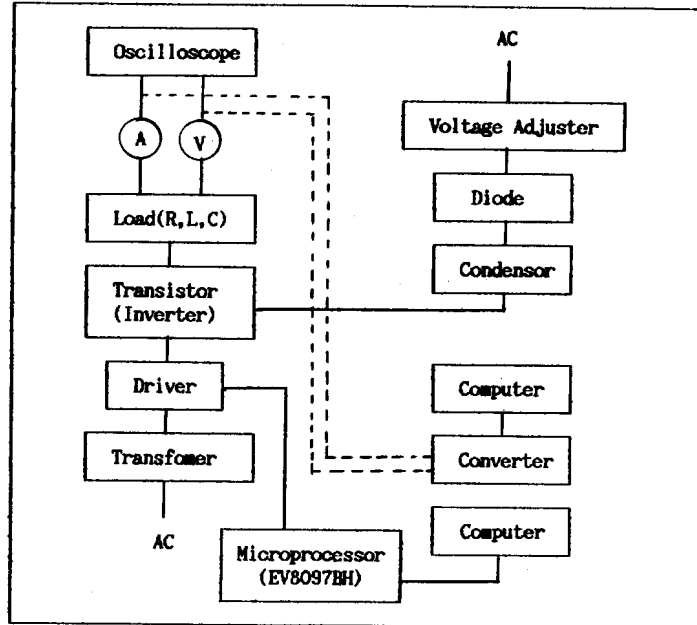


Fig. 3. 2. Photograph of Experiment Equipment and Block Diagram

따른 계단상의 전압이 부하에 걸리게 된다.

여기서 스위칭정보를 처리할 때에는 전력용 트랜지스터의 ON-OFF 동작시 지연시간을 고려하여 같은상의 스위칭소자가 단락되지 않도록 주의를 요한다. 전류특성을 고찰하기 위하여 RLC 직렬부하에서 고유주파수와 회로의 강제주파수의 비를 변화시킬 때, 강제주파수를 일정하게 유지한 상태에서 주기와 통전시간의 비를 변화시킬 때 그리고 부하의 저항과 인덕턴스에 의해 결정되는 2차계의 감쇠계수가 변동할 때의 전류값을 저항의 양단에서 측정하였다. A/D컨버터를 통해 들어온 전류의 데이터는 인텔 80286(16Mz)에서 소프트웨어적으로 처리하여 그래프를 그렸다.

Fig. 3.2는 본 연구에서 구성한 실험장치 및 구성도를 나타내고 있다.

4. 시뮬레이션과 실험결과

4.1 수치계산과 파형해석

Fig. 2.1은 RLC부하를 갖는 회로로써 부하전류식은 식(4.1)과 같이 쓸 수 있다.¹⁾

$$Ri_o(t) + L \frac{di_o(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i_o(t) dt = V_s \{ (t-A) - (t-B) - (t-C) + (t-D) \} \quad (4.1)$$

식(4.1)에서 $V_s(t)$ 는 톱니형태의 전압이 걸리므로 초기치를 0으로 하고 라플라스변환을 하면 식(4.2)로 된다.

$$I_o(s) \left[s^2 + \frac{R}{L}s + \frac{1}{LC} \right] = \frac{V_s(s)}{L} (e^{-As} - e^{-Bs} - e^{-Cs} + e^{-Ds}) \quad (4.2)$$

여기서 $A = kT_f$

$$B = kT_f + 0.5 \cdot T_f \cdot T_s = T_f(k + 0.5 \cdot T_s)$$

$$C = kT_f + 0.5 \cdot T_f = T_f(k + 0.5)$$

$$D = kT_f + 0.5 \cdot T_f + 0.5 \cdot T_f \cdot T_s = T_f(k + 0.5(1 + T_s))$$

$$k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

식(4.2)은 2차계로 식(4.3)과 같이 표현할 수 있다.

$$I_o(s) = \frac{U(e^{-As} - e^{-Bs} - e^{-Cs} + e^{-Ds})}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \quad (4.3)$$

$$\text{여기서 } 2\zeta\omega_n = \frac{R}{L}, \quad \omega_n^2 = \frac{1}{LC}, \quad U = \frac{V_s(s)}{L}$$

식(4.3)의 분모를 0으로 두면 특성방정식이 되며 그 근(Root)을 쉽게 구할 수 있으나 k의 값에 따라 전류의 해는 다르게 됨으로 컴퓨터로 그해를 구하여^{3,6)} 이를 해석하였다. 먼저 2차계에 가장 큰 영향을 미치는 감쇠계수 ζ 의 크기, 강제전류의 주파수(f_f)에 대한 부하의 공진주파수(f_r)의 비($f_s = f_N/f_f$), 한 싸이클당 주기(T_f)와 통전시간(T_o)의 비($T_s = T_o/T_f$)에 따라 전류의 파형과 진폭이 어떻게 변하는가를 살펴보았다.

4.1.1 감쇠계수(ζ)와 주파수비(f_s)

표(4.1)은 각 주파수에서 감쇠계수를 변동시켰을 때의 전류진폭을 비교한 것이다. 전류진폭은 공진주파수인 40Hz에서 가장 커고 $f_s > 1$ 또는 $f_s < 1$ 로 주파수가 $f_N = 40\text{Hz}$ 보다 낮거나 높은 주파수에서는 줄어들었다.

전류진폭에 가장 민감하게 작용하는 것은 감쇠계수로 이것이 커질수록 전류는 모든 주파수 영역에서 급격히 감소함을 알 수 있다.

Fig. 4.1은 $f_N = 40\text{Hz}$ 에서의 전류파형이다. 감쇠계수가 작을수록 정현파에 가깝고 감쇠계수가 커지면 간헐적인 2차계로 변한다.

표 4.1 주파수 및 감쇠계수의 변화에 대한 전류진폭
($V_s=30V, f_N=40Hz$, 단위:A)

Hz	f_s	ζ				
			0.1	0.225	0.9	2.0
20	0.5		0.06	0.054	0.013	0.013
30	0.75		0.099	0.075	0.014	0.018
40	1.0		0.27	0.12	0.018	0.018
60	1.5		0.06	0.057	0.015	0.018
80	2.0		0.033	0.031	0.013	0.018

Fig. 4.2는 $f_r=60Hz(f_s=1.5)$ 일 때로 전류파형은 감쇠계수가 작을 때는 변형된 2차계에 가깝고 감쇠계수가 커질수록 삼각파에서 겹침 정현파에 가까워짐을 보여 준다.

Fig. 4.3은 $f_r=30Hz(f_s=0.75)$ 일 때로 전류파형은 감쇠계수가 작아지면 겹침 정현파가 되나 감쇠계수가 커지면 간헐적인 2차계로 변화됨을 알 수 있다.

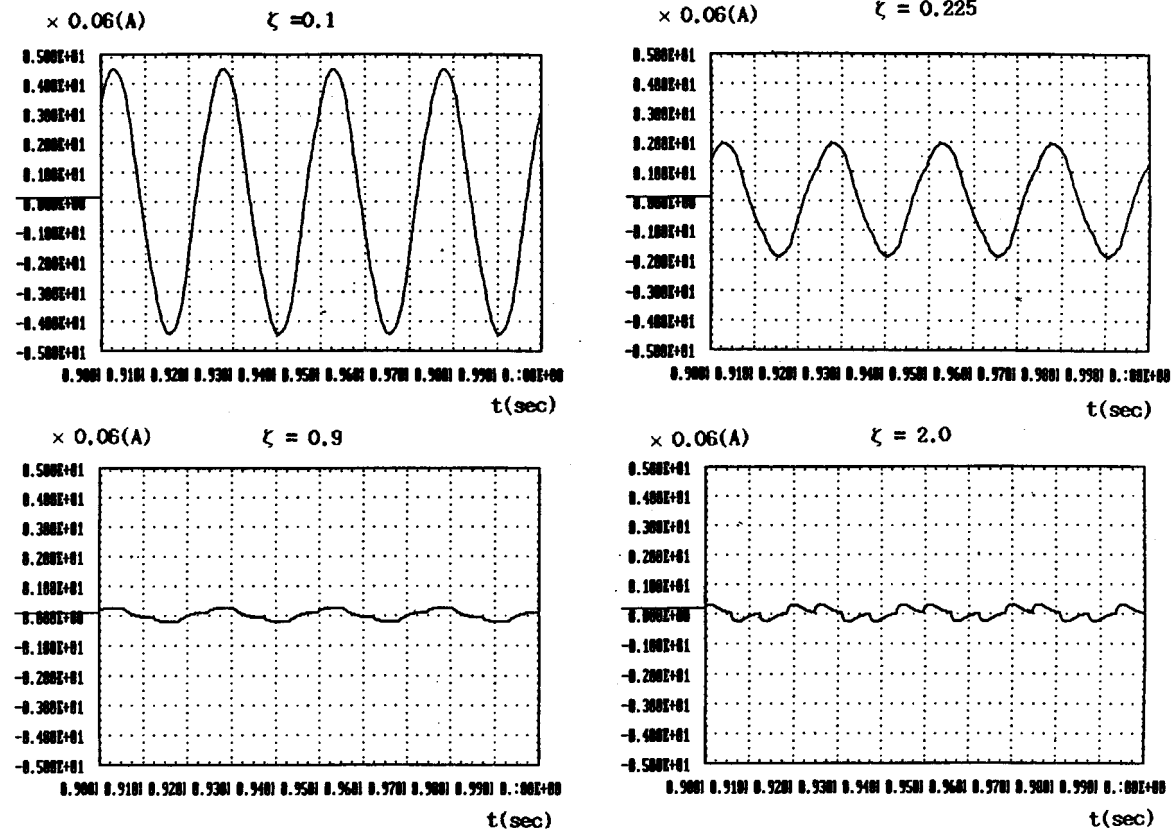


Fig. 4. 1. Current Waveforms according to ζ changes at 40Hz($T_s=0.5, V_s=30V$)

4.1.2 통전시간비(T_s)

표4.2와 표4.3은 감쇠계수 $\zeta=0.225$ 와 2.0일 때의 전류진폭을 비교한 것이다. 감쇠계수가 작은 경우에는 통전시간비에 따라 진폭이 민감하게 변동하나 감쇠계수가 큰 경우에는 과감쇠로 진폭의 변동이 작아짐을 알 수 있다.

표4.2에서 통전시간비(T_s)를 증대하면 전류진폭도 따라서 증가한다. 전류진폭은 공진주파수 $f_N=40Hz$ 에서 가장크고 $f_r=30Hz(f_s=0.75)$ 에서나 $f_r=60Hz(f_s=1.5)$ 에서 모두 작아짐을 알 수 있다.

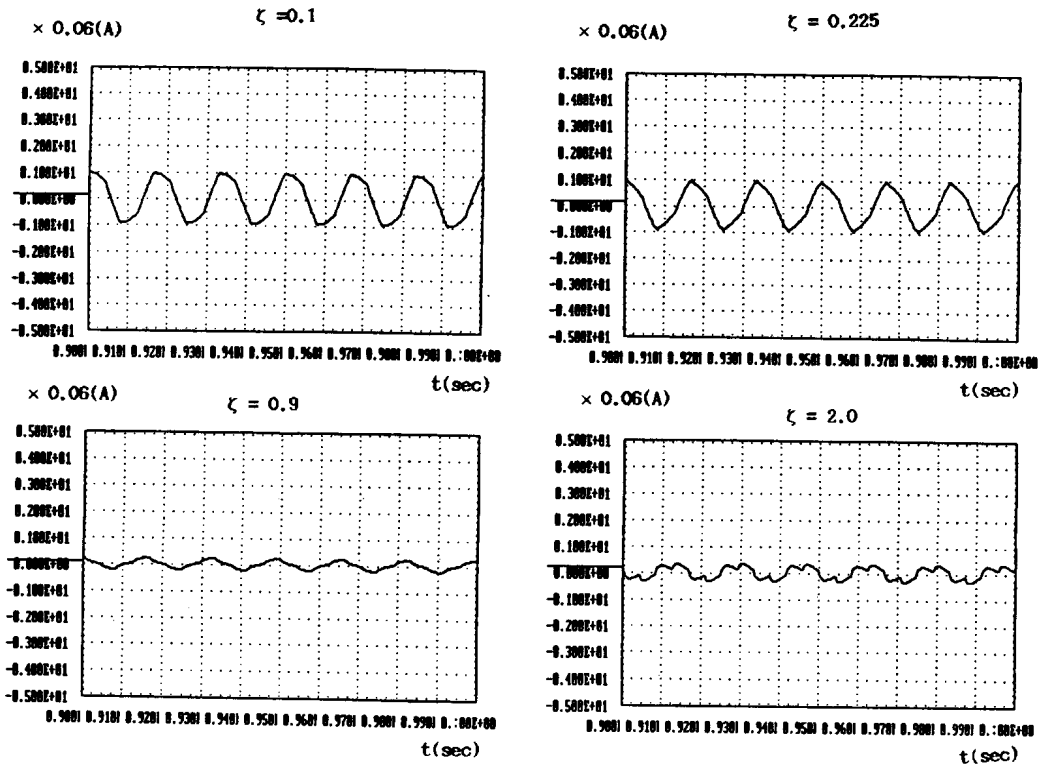


Fig. 4. 2. Current Waveforms according to ζ changes at 60Hz($T_s=0.04$, $V_s=30V$)

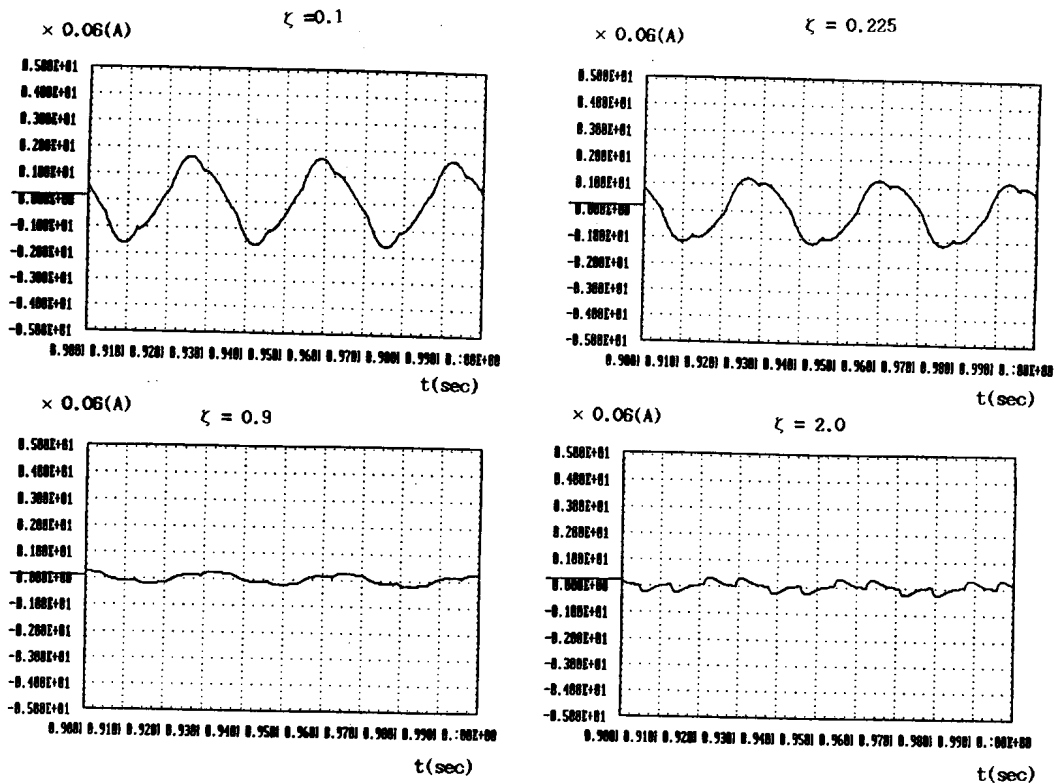


Fig. 4. 3. Current Waveforms according to ζ changes at 30Hz($T_s=0.5$, $V_s=30V$)

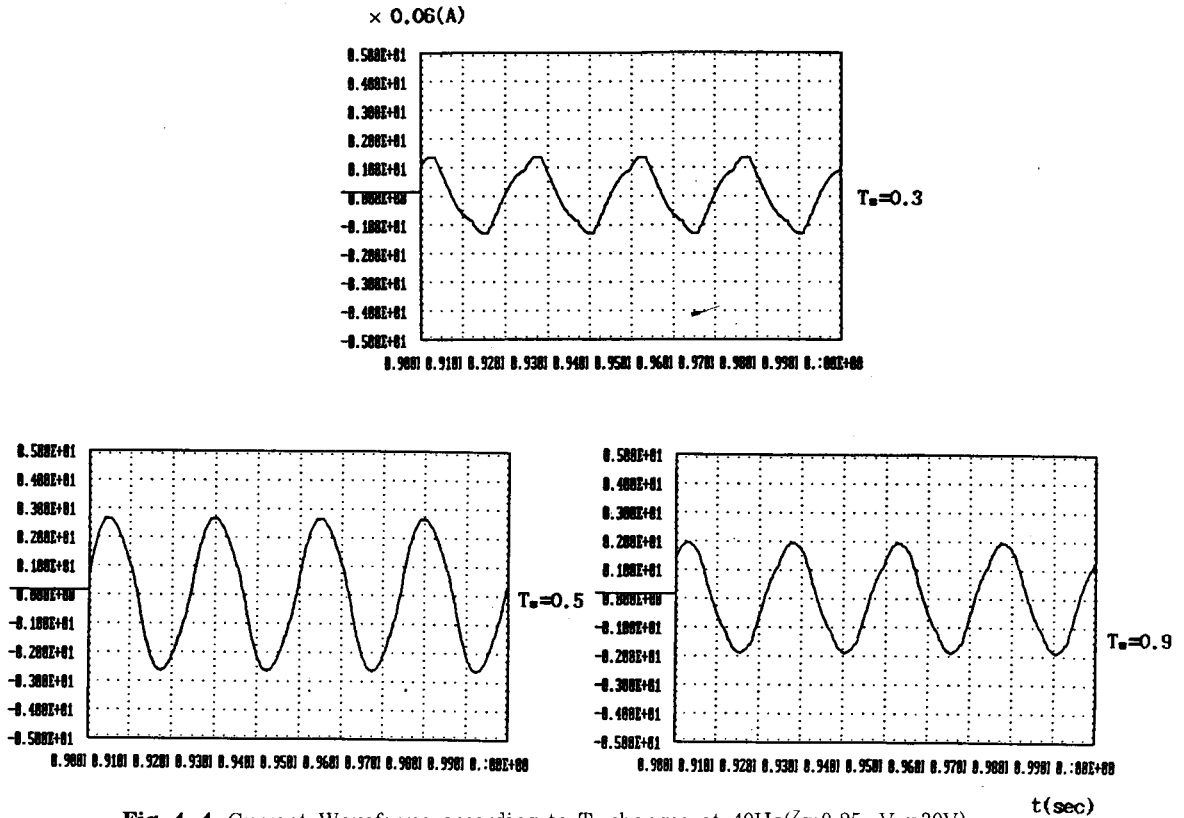


Fig. 4. 4. Current Waveforms according to T_s changes at 40Hz($\zeta=0.25$, $V_s=30V$)

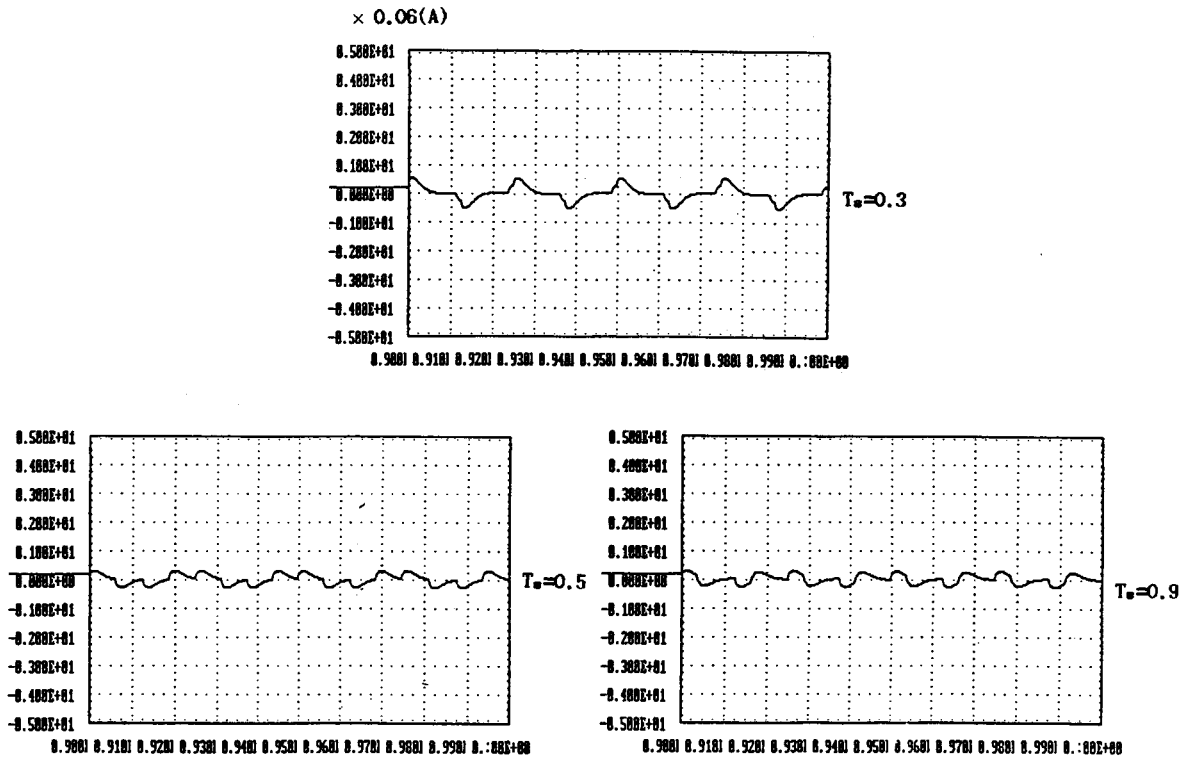


Fig. 4. 5. Current Waveforms according to T_s change at 40Hz($\zeta=2.0$, $V_s=30V$)

표 4.2 주파수 및 T_s 의 변화에 의한 전류진폭
 ($\zeta=0.225, V_s=30V, f_N=40Hz$. 단위 : A)

Hz \ fs \ T_s	0.3	0.5	0.9
30	0.055	0.075	0.114
40	0.081	0.114	0.162
60	0.039	0.06	0.081

표 4.3 주파수 및 T_s 의 변화에 의한 전류진폭
 ($\zeta=2.0, V_s=30V, f_N=40Hz$. 단위 : A)

Hz \ fs \ T_s	0.3	0.5	0.9
30	0.018	0.018	0.03
40	0.018	0.018	0.03
60	0.015	0.018	0.033

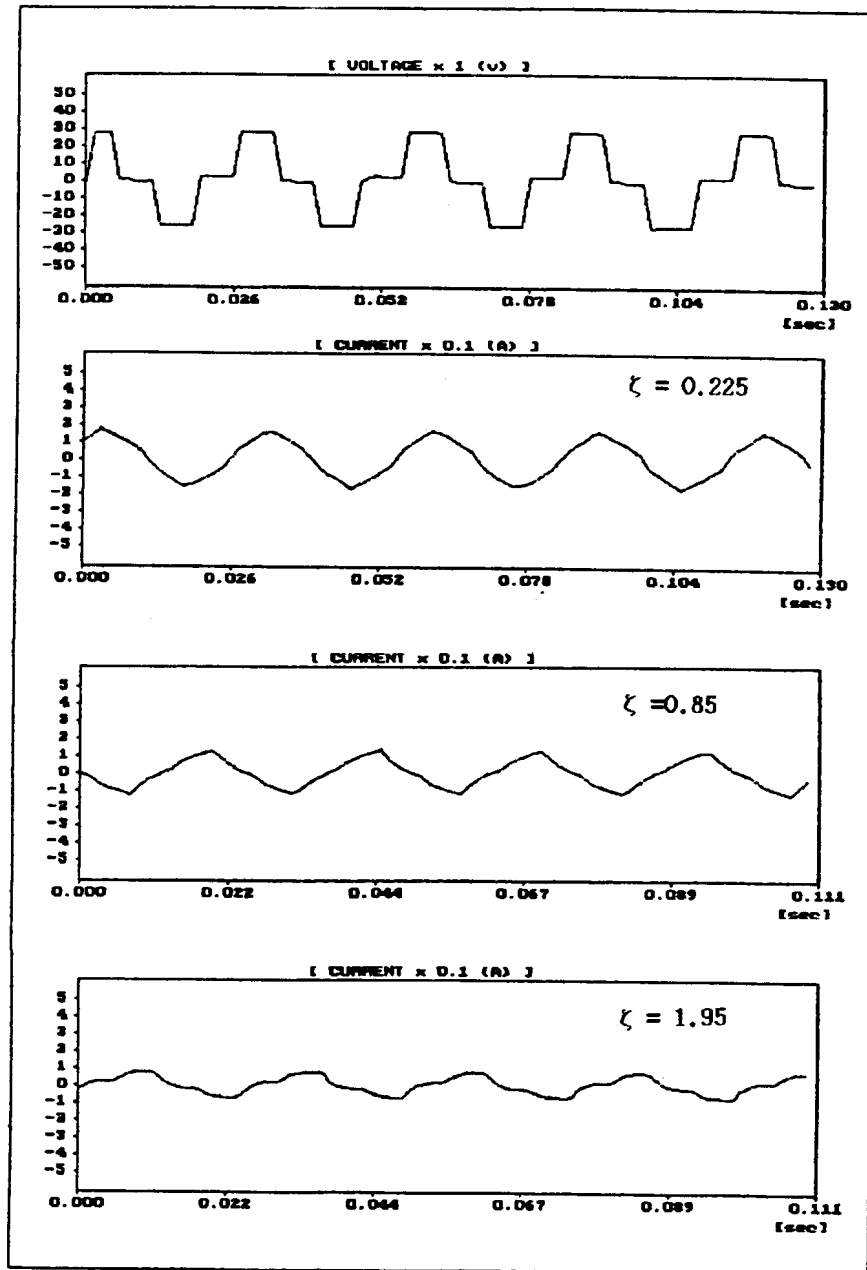


Fig. 4. 6. Current Waveforms accordong to ζ changes at 40Hz

Fig. 4.4는 감쇠계수 $\zeta=0.225$, 주파수 $f_N=40\text{Hz}$ 에서의 전류파형으로 통전시간비가 작을수록 삼각파에 가까워지며 통전시간비가 커지면 정현파에 가까워짐을 보여주고 있다.

Fig. 4.5는 감쇠계수 $\zeta=2.0$, 주파수 $f_N=40\text{Hz}$ 에서의 전류파형으로 진폭은 별 변동이 없고 모두 간헐적인 2차계의 파형을 나타낸다.

4.2 실험결과 분석

부하실험은 RLC부하에서 $R=26\Omega$, $L=230\text{mH}$, $C=70\mu\text{F}$ 로 공진주파수 $f_N=40\text{Hz}$ 를 기준으로 하여

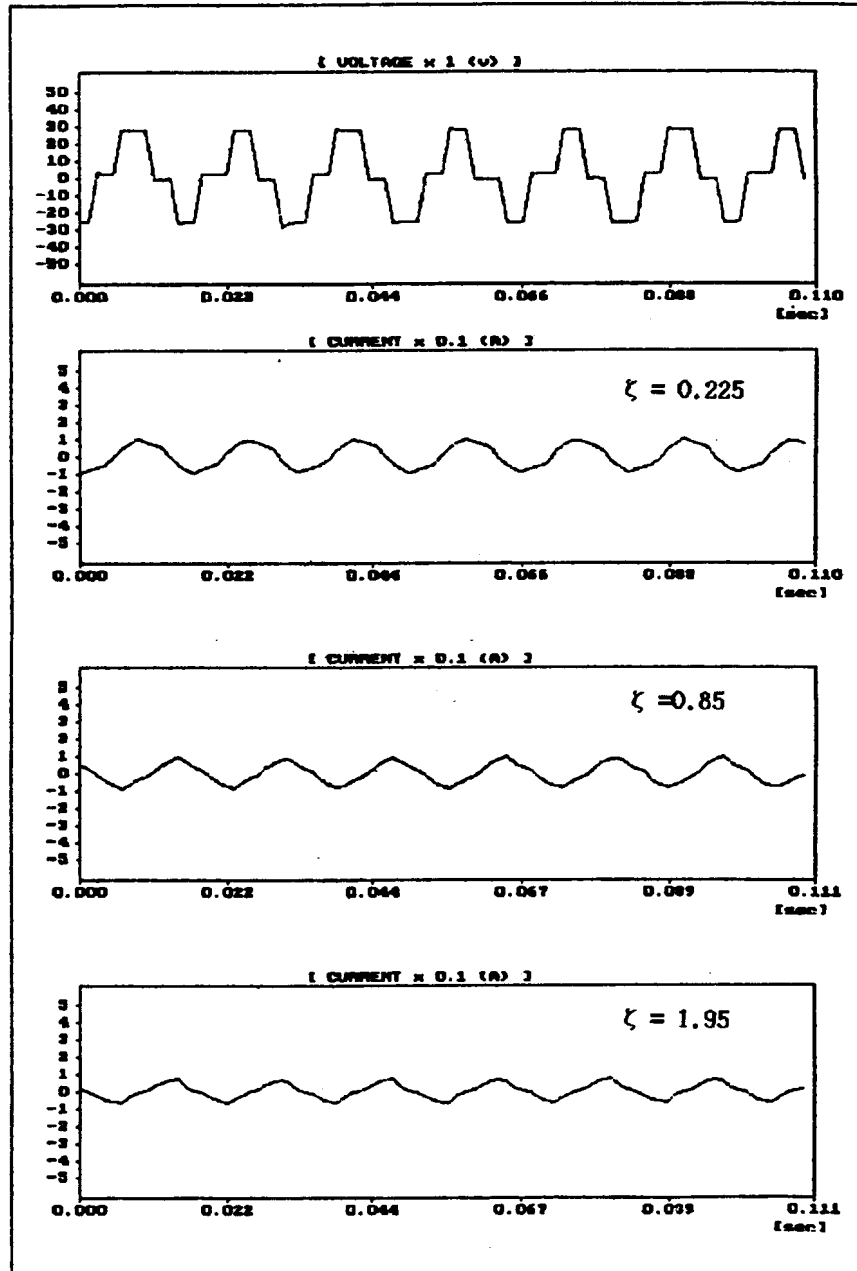


Fig. 4. 7. Current Waveforms according to ζ changes at 60Hz

기준치보다 높은 주파수 60Hz($f_s=1.5$), 80Hz($f_s=2.0$)에서, 또 낮은 주파수는 30Hz($f_s=3/4$), 20Hz($f_s=0.5$)에서 실험을 행하였고 파라미터는 저항만을 변경하여 $R=26\Omega$ ($\zeta=0.226$), $R=92\Omega$ ($\zeta=0.85$), $R=224\Omega$ ($\zeta=1.95$)로 실험을 해보았다. 전원전압은 슬라이더스, 단상정류기, 콘덴서를 이용하여 30V의 톱니형 태 전압을 교번하여 부하에 가하였다.

4.2.1 감쇠계수(ζ)와 주파수비(f_s)

표4.4는 여러 주파수에서 감쇠계수를 변화시켰을 때 전류진폭을 비교한 것이다. 진폭은 주파수가 클수록

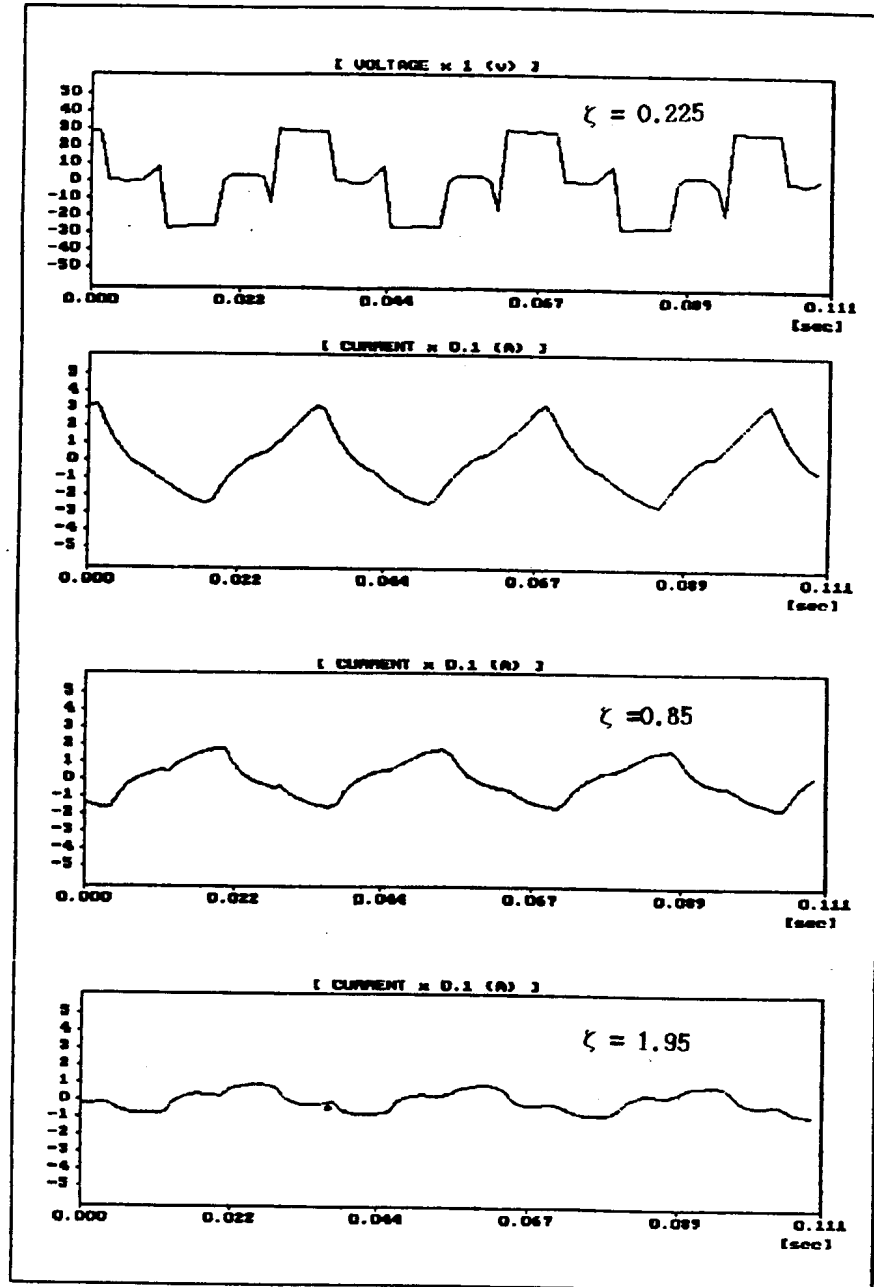


Fig. 4. 8. Current Waveforms according to ζ changes at 30Hz

표 4.4 주파수 및 감쇠계수의 변화에 대한 전류진폭
($V_s=30V$, $f_N=40Hz$, 단위 : A)

Hz	f_s	ζ	0.225	0.85	1.95
30	0.75		0.30	0.18	0.10
40	1.0		0.20	0.15	0.10
60	1.5		0.11	0.10	0.08
80	2.0		0.08	0.075	0.06

은 감소하고 파형은 삼각파에서 1차계의 파형으로 변한다.

Fig. 4.7은 주파수 $f_f=60Hz$ ($f_s=1.5$)인 경우로 감쇠계수가 작은 경우에는 정현파에 가까우나 커질수록 삼각파에 가까워지며 진폭도 감소한다.

Fig. 4.8은 주파수 $f_f=30Hz$ ($f_s=0.75$)인 경우로 감쇠계수가 작은 경우에는 전류는 삼각파에 가까운 파형이 되며 감쇠계수가 증대할수록 진폭도 줄어들며 1차계의 파형에 가까워진다.

4.2.2 통전시간비(T_s)

표4.5와 표4.6은 감쇠계수 $\zeta=0.225$ 와 $\zeta=1.95$ 일 때의 전류진폭을 비교한 것이다. 감쇠계수가 작은 경우에는 통전시간비가 변함에 따라 진폭이 상당히 크게 변동하며 감쇠계수가 큰 경우에는 과감쇠로 진동의 변동폭이 줄어든다. $\zeta=0.225$ 에서는 통전시간비가 증가하면 진폭도 따라서 커지며 주파수는 커질수록 진폭은 줄어든다. $\zeta=1.95$ 에서는 통전시간비가 클수록 진폭이 증대하나 이것이 작을 경우에는 주파수가 변동하여도 진폭은 별로 변하지 않는다.

Fig. 4.9는 $\zeta=0.225$, $f_N=40Hz$ ($f_s=1.0$)일 때의 전류파형으로 통전시간비가 작으면 정현파에 크면 1차계에 가까운 파형이 된다.

Fig. 4.10은 $\zeta=1.95$, $f_N=40Hz$ ($f_s=1.0$)일 때의 전류파형으로 통전시간비가 작으면 삼각파에, 커지면 1차계의 파형에 가까워짐을 알 수 있다.

대체로 실험결과는 시뮬레이션 결과와 비슷한 경향을 나타내나 전류진폭의 차이, 파형의 차이가 나타났다. 이는 주파수 변동에 따라 리액턴스 및 저항이 상당히 변동하고 자기포화현상 등의 비선형요소들이 부하내에 존재하므로 실제의 부하는 이상적인 2차계와 차이가 있기 때문인 것으로 생각된다.

표4.5 $\zeta=0.225$ 에서의 전류진폭

($V_s=30V$, $f_N=40Hz$, 단위 : A)

Hz	f_s	T_s	0.3	0.5	0.9
30	0.75		0.187	0.300	0.420
40	1.0		0.120	0.200	0.280
60	1.5		0.080	0.110	0.145

표 4.6 $\zeta=1.95$ 에서의 전류진폭

($V_s=30V$, $f_N=40Hz$, 단위 : A)

Hz	f_s	T_s	0.3	0.5	0.9
30	0.75		0.065	0.080	0.110
40	1.0		0.065	0.080	0.105
60	1.5		0.065	0.080	0.095

감소하고 작을수록 증대하였다.

감쇠계수는 직접적으로 민감하게 작용하는 요소로서 모든 주파수 영역에서 진폭이 증대하고 이것이 클수록 감소하며 $\zeta > 1$ 인 경우에는 감소폭이 줄어들었다.

Fig. 4.6은 주파수 $f_N=40Hz$ ($f_s=1.0$)에서의 전류파형이다. 감쇠계수가 작으면 진폭은 커지고 파형은 정현파에 가까우며 감쇠계수가 커질수록 진폭

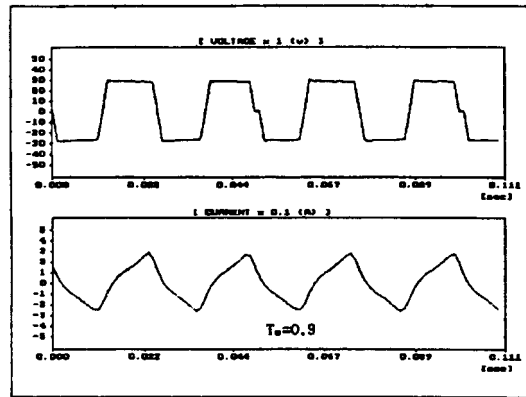
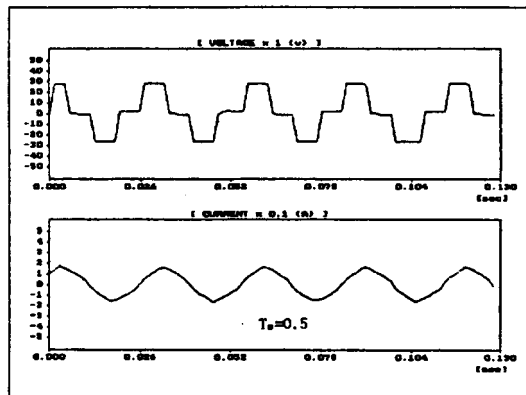
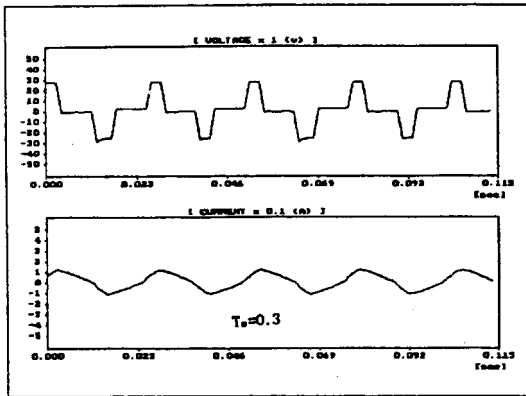


Fig. 4. 9. Current Waveforms according to T_s Changes at 40Hz($\zeta=0.225$)

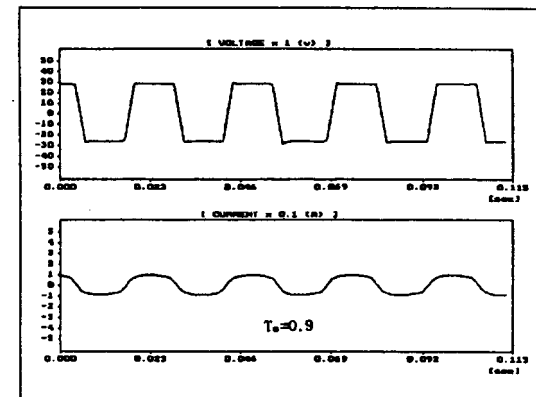
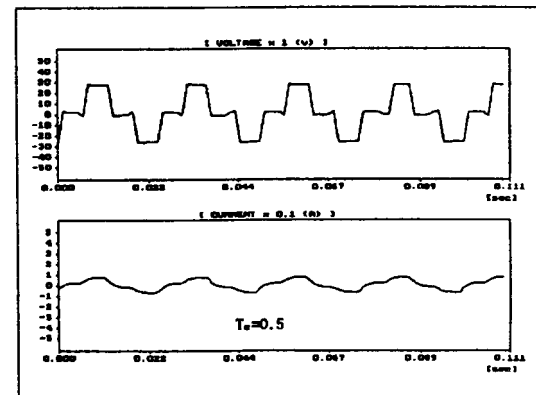
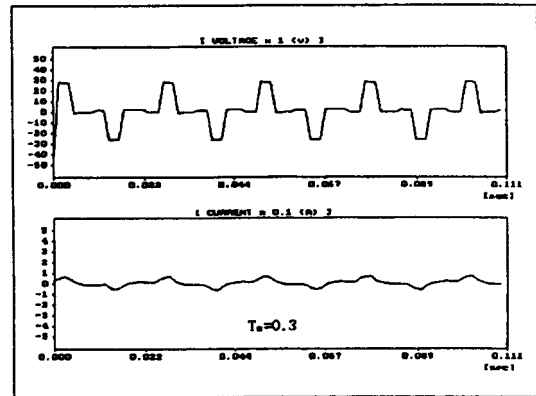


Fig. 4. 10. Current Waveforms according to T_s changes at 40Hz($\zeta=1.95$).

5. 결 론

RLC로 구성된 부하에 직렬브리지형 인버터로 톱니형태의 전압을 교변으로 가하여 그 전류파형을 시뮬레이션과 실험을 통해 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 전류파형에 가장 영향을 크게 미치는 것은 감쇠계수(ζ)로 부하의 저항이 작을수록, 즉 이 값이 작아질수

록 파형은 정현파에 가까워지며 진폭도 증대한다.

2. 전류파형은 공진주파수에서 가장 정현파에 가까우며, 이 보다 커지거나 작아질 경우에는 삼각파 혹은 1차계의 파형으로 변한다. 진폭은 저주파수일수록 커지고 높은 주파수일수록 감소한다.
3. 통전시간비(T_b)는 진폭과 파형에 커다란 영향을 미치며 감쇠비가 작을수록 통전시간비는 클수록 진폭은 증대하고 파형은 감쇠계수 및 통전시간비가 적으면 정현파에 가까워지며 감쇠계수 및 통전시간비가 클수록 삼각파 및 1차계의 파형에 가까운 파형으로 변한다.

전류의 진폭과 파형은 주파수가 일정하더라도 감쇠계수와 통전시간비에 따라 크게 변동하므로 이를 적절히 활용하면 10-100Hz의 주파수 영역에서 부하의 크기에 따라 알맞은 유사 정현파전류를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- 1) M. H. Rashid, "Power Electronics", Prentice-Hall Inc., 1991
- 2) Praveen K. Jain & Shashib. Dewan, "A Performance Comparison of Full and Half-Bridge Series Resonant Inverters in High-Frequency High-Power Application", IEEE TRANS. IND. APP., Vol. 26, no.2, MAR/APR. 1991
- 3) Katsuhilo Ogata, "Discrete-Time Control Systems", Prentice-Hall Inc., 1991
- 4) 見城尚志, "ACサーボモータマイコン 제어", 總合電子出版社, 1983
- 5) 나종래, 문세홍, 유영재, "인텔 8096 구조와 설계", Ohm社, 1991
- 6) Karl J. Astrom & B.Jorn Wittenmark, "Computer-controlled Systems", Prentice-Hall Inc., 1990
- 7) S.B.Dewan & A.Straughen, "Power Semiconductor Circuits", John Wiley & Sons Inc., 1975
- 8) 김태영, "A-D/D-A 변환회로의 설계와 응용", 우진출판사, 1989
- 9) B.Mokryzki, "Pulse Width Modulated Inverters for AC motor drives", IEEE Trans., Vol. IA-13, P.38-44, 1977
- 10) 박민호, 홍순찬, 정승기, "인버터에서 스위칭 시간 지연이 미치는 효과의 분석 및 그 보상", 전기학회논문집 제 40권 제1호, P.58-66, 1991
- 11) 정병진, 박진길, "6단계 인버터로 구동되는 유도전동기의 속도제어에 관한 연구", 한국해양대학 공학석사 학위논문집, 1990
- 12) 임달호, 장석명, 이규중, "단상 유도전동기의 효율적인 운전을 위한 전력제어기의 연구개발", 전기학회논문집 제 34권 제12호, P.47-55, 1985

