

제 61 회

건축전기설비기술사 문제해설 ⑥

자료제공 : 서울공과대학원 TEL.(02)676-1114

문제해설 : 용인송담대 교수 유 상 봉 / 공학박사, 기술사
 두원공대 교수 김 세 동 / 공학박사, 기술사
 두원공대 겸임교수 임철교 / 기술사

본 시험정보는 2000. 5. 28 시행한 국가기술자격검정 건축전기설비기술사 자격 시험에 출제된 1~4교시 문제를 1교시부터 해설하여 매월 연재합니다.

풀이 및 해설

【문제5】 전기설비의 에너지 절약설계에 대하여 논하시오.

⇒ 문제해설 계속

4) 변압기의 합리적뱅크 구성 및 대수 제어

건축물 및 산업시설의 부하 사용특성과 전기방식 등을 고려한 종합적인 검토를 통하여 합리적인 뱅크의 구성이 요구된다. 특히 대응량 변압기 1대를 설치하여 운전하는 것보다 복수 대수로 분할하여 부하에 따라 대수를 조절함으로써 전력손실을 줄일 수 있으며, 변압기는 용도(냉방용, 일반동력용, 전등·전열용, OA용, 비상용과 상용부하 등)에 따라 구분 설치하는 것이 바람직하다.

5) 최대수요전력의 제어

최대수요전력 제어(demand control)의 목적은 최대수요전력의 증가를 방지하기 위한 것이

며, 수용가의 시설에 악영향을 주지 않는 범위에서 일시적으로 차단할 수 있는 부하를 제어함으로써 최대전력을 억제하는 것이다. 최대수요전력을 적절히 제어하기 위한 방식에는 ① 부하의 피크컷(peak cut)제어, ② 부하의 피크시프트(peak shift) 제어, ③ 디맨드제어장치의 이용 ④ 자가용발전설비의 가동에 의한 피크제어방식, ⑤ 분산형 전원에 의한 제어방식 등이 있다.

6) 역률개선용 콘덴서의 설치

무효전력 발생분을 줄이기 위하여 진상용 콘덴서를 설치, 역률을 개선하여야 한다. 진상용 콘덴서는 전동기부하측과 변압기 모선측에 분산설치하는 방법이 가장 바람직하며, 역률 자동제어시스템을 도입하여 효율적인 역률관리가 이루어지도록 한다.

7) 수변전설비의 중앙감시제어 채택

근래에 들어 전력다소비 건축물에서는 수변전설비측에서 발생하는 이상사고, 단락 및 지락사고, 과부하 및 전력 공급상태 등을 감시 제어할 수 있는 시스템으로서 중앙감시제어 또는 빌딩자동화시스템(BAS)을 채택하고 있으며, 이 시스템의 도입으로 변전설비의 무인화가 가능하여 인건비 절감 및 불필요한 전력차단으로 에너지 절약이 가능하다.

3. 동력설비의 에너지절약

1) 고효율 유도전동기의 채택

고효율 유도전동기는 일반 전동기 보다 손실을 20 ~ 30% 정도 감소시켜 효율이 4~ 10% 정도 향상된 전동기를 말하며, 한국산업규격에서 규정된 250마력 이하의 일반용 저압 3상 유도전동기가 해당된다.

2) 전동기의 적합한 기동방식의 채택

전동기의 기동시에는 정격전류의 5 ~ 7배 정도가 되는 큰 기동전류가 흐르고 또한 권선을 소손시킬 위험도 있다. 따라서 용량이 큰 전동기의 경우에는 기동장치를 사용하여 기동전류를 제한할 필요가 있으며, 그 용량에 따라 적합한 기동방식을 채택하여 운영하여야 에너지절약을 도모할 수 있다.

3) 인버터(VVVF) 제어의 채택

인버터의 가장 대표적인 적용 예로서, 동력의 70% 이상을 담당하는 펌프 및 팬, 블로어 등의 송풍기 그리고 컴프레서를 통칭하는 저감토크부하의 회전속도 제어를 중심으로 적용되며, 인버터에 의한 각종 기계의 에너지절약을 목적으로 한 가변속 제어가 폭넓은 분야에서 적용되고 있다.

4) 인버터식 승강기

일반적으로 많이 사용되던 직류 구동방식의 승강기는 교류를 직류로 변환시키는 장치(M-G set)로써 전력이 많았으나 사이리스터를 이용하여 직접 변환시키도록 하여 소비전력을 약 25% 절약시키는 인버터식 승강기의 채용이 요구된다.

5) 전동기 절전기(VVCF)

VVCF는 경부하시 전압을 감소시켜 철손을 줄이고, 동손을 일차시킴으로써 효율을 극대화시키고 전압을 낮춤으로써 입력전력도 감소하는 효과를 가지게 되어 에너지절약을 도모할 수 있다.

6) 고효율 냉동기

일반 냉동기에 비하여 성능이 크게 향상된 고효율 냉동기를 설치하는 것이 전력의 사용 합리화 측면에서 매우 유리하다. 한국산업규격 KS

B 6270에서 규정하고 있는 1500RT 이하의 원심식 냉동기로서 RT당 냉매 순환 전력량을 제외한 총 전력사용량(오일 펌프 및 제어에 소요되는 전력 포함)인 냉동기 에너지효율이 0.68 kW 이하인 것을 채용함으로써 에너지절약을 도모한다.

7) 부분부하에 대비한 냉동기 대수 분할

냉동기를 건축물의 부하 특성에 적합하도록 대수 분할하여 필요한 개소에만 부분 운전함으로써 기기 전체를 운전할 경우 초래될 수 있는 배송 동력을 절감한다.

8) 가스직화 냉방방식

흡수식 냉동기의 재생기에 필요한 열원으로 가스를 이용하면 고가의 주간 전력사용량을 줄이고, 냉방부하용 변압기의 축소 및 하절기 전력수급의 안정화에 기여한다.

9) 심야전력 이용설비의 채용

전기 사용이 적은 심야시간대(23시 ~ 07시)에 심야전력용 전기기기를 사용할 경우 사용 전력량에 대하여 일반 전기요금보다 훨씬 저렴한 요금을 적용해 주는 제도이며, 최근 정책적으로 자금 지원 및 기술지원을 통하여 보급을 촉진하고 있다. 심야전력 이용기기로는 빙축열 냉방시스템, 심야전력용 전기온수기, 심야전력용 보일러 끓이기 등이 있다.

4. 조명설비의 에너지절약

1) 26mm 32W 형광램프 채용

형광램프의 지름을 슬림화함으로써 기존 32mm 40W 형광램프에 비해 램프의 소비전력을 20% 이상 절감시키면서 형광체 대신 3파장 형광체를 사용한 고효율 절전형 형광램프이다.

2) 26mm 32W 형광램프용 안정기의 채용

형광램프를 점등하고 유지하는 안정기의 발광 효율을 향상시켜 자체 발열을 줄이고 깜빡임으로 인한 전력손실이 없어 일반 안정기에 비하여

30%의 절전 효과가 있다.

3) 전구식 형광등기구

형광등이 가지는 고효율의 장점과 조명의 질이 우수한 백열등의 장점을 결합한 램프로서 전자식 안정기와 일체화시킨 백열전구 소켓에 직접 사용할 수 있다. 형광램프의 일종으로 유리관의 환경이 적고 전자식 안정기를 내장하여 백열등과 대비하여 70%의 절전 효과가 있다.

4) 고효율 HID램프 사용

기존의 수은등의 대체용으로 고압 방전형태의 HID램프(고압나트륨램프, 메탈할라이드램프)를 사용하면 절전 효과가 크고, 연색성이 우수하며 이에 따른 작업환경을 개선할 수 있다.

5) 고조도 반사각의 채택

조명이 요구되는 공간에 빛을 집중시키기 위하여 광반사율이 높은 반사각으로 발광 효율을 높인 고조도 반사각은 반사율이 90% 이상인 형광램프용 고조도 반사각이며, 동일 조도 환경에서 조명의 수량을 줄일 수 있으므로 경제적이고 조도 향상 및 조명 전력 절약을 도모할 수 있다.

6) 높낮이 조절가능한 고조도 매입등의 채택

매입 등기구의 구조를 일체화하여 반사판의 반사 효율을 2배 이상 향상시키고, 기구 몸체와 소켓을 분리하는 구조로 램프 높낮이 조절이 가능하여 에너지절약을 도모한다.

7) 공조형 조명기구의 채용

조명·공조결합방식에 사용되는 조명기구가 공조형 형광등기구이며, 실내의 천장에 설치된 조명기구로부터 발생하는 열을 뿜 수 있는 대로 천장안에서 제거하고, 실내로는 침입하지 않도록 하는 방식이다. 이와같이 조명시스템과 공조시스템을 결합시킴으로써 ① 형광램프의 효율 향상 및 수명 연장 ② 냉방·난방부하의 감소로 인한 전기에너지의 절감 등을 도모할 수 있다.

8) 자동 조명제어장치의 채택

타이머장치와 조광 레벨제어, 센서 제어 및 마이크로컴퓨터가 내장된 자동 조명제어장치는 사무실의 사용상태에 따라서 전점등, 전소등, 부분소등, 감광 50% 등으로 구분하여 적정한 시간스케줄과 조명 패턴을 바꾸어 조명기구를 점등, 소등이 가능하며, 또한 사무실의 용도에 적합한 조명패턴제어, 재실감지기를 이용한 조명제어, 전화기를 이용한 조명제어 등의 기능을 가짐으로써 조명전력의 이용을 극대화한다.

9) 창측조명의 별도 제어 및 일광제어

창측에는 주간에 주광조명(daylighting)을 할 수 있으므로 개별 스위치 또는 조도 센서 설치에 의한 점등 및 소등 조절로 조명에너지를 절약한다.

10) 개별스위치 설치 속음제어

건물 전체를 조명하는 조명시스템과 더불어 국부적으로 조명하는 시스템인 개별스위치를 채택하여 부분조명을 이용한 조명에너지의 극대화를 추구한다.

11) 조도자동조절 조명기구의 채용

220V, 1000W이하의 조명등을 인체 또는 주위 밝기를 감지하여 자동으로 점멸하거나 조도를 자동조절 할 수 있는 센서장치 또는 그 센서를 부착한 등기구를 말하며, 사람의 왕래가 적고 채광을 이용하지 못하는 계단의 조명기구에 인체감지 및 조도센서를 부착하여 자동으로 조명등을 점멸하여 조명전력을 절약한다.

12) 옥외등 자동점멸장치

광센서에 의해 옥외등을 자동 점멸하거나 타이머를 설치하여 주변의 조도 상황에 따라 옥외등을 자동점멸하여 조명전력을 절약한다.

13) 태양광 가로등 설비

태양전지(solar-cell)에 의한 발전으로 가로등을 점등함으로써 전력의 직·간접적인 절약을 유도하고 또한 미래 태양에너지 시대에 대비한 유지관리 기술의 축적이 가능토록 한다.

14) 비상구 유도등 소등제어

대피용 유도등을 3선식 배선으로 하여 평상, 야간 및 휴무시 유도등을 소등 가능토록 함으로써 전력 에너지를 절약한다. 이때에도 축전지는 계속 충전된 상태이므로 비상사태 시에는 20분 이상 자동으로 점등한다.

5. 결론

건축물의 Life Cycle 측면에서 건축물의 유지관리비는 초기투자비의 수십 ~ 수백배의 비용이 드는 것으로 보도되고 있으며, 에너지절약 차원에서는 설계 단계부터 에너지절약형 전기설비시스템으로 구축하는 것은 매우 중요하다. 따라서, 에너지의 소비를 크게 좌우하는 전기설비의 시스템 설계나 운영관리 등 소프트웨어 측면을 소홀히 해서는 안된다. 아울러 우리나라와 같이 사용 에너지의 97% 이상을 외국의 자원에 의존하고 있는 나라에서는 에너지절약의 생활화는 매우 절실하다.

[문제6] 3상 유도전동기의 VVVF시스템을 구성하고 접압, 전류 검출에 의한 페루프제어 시스템을 설명하시오.

<해설>

1. 개요

VVVF시스템이란 가변전압, 가변주파수 제어를 하는 시스템을 말하는 것으로 여기에는 주로 인버터가 사용된다.

일반적으로 INVERTER란 직류를 교류로 변환하는 정지형의 변환기를 말한다. 그리고 교류로 전환시에 주파수를 일정하게 하는 장치를 "정주파 INVERTER"라 하며 필요에 따라서 주파수를 변하게 하는 장치를 "가변주파 INVERTER"라 한다. 정주파 INVERTER는 COMPUTER의 전원용, 방송국등의 무정전전원장치(UPS)와 같이 비교적 한정된 용도에 사용되고, 가변주파

INVERTER는 유도전동기의 가변회전수제어에 주로 사용된다.

2. VVVF 시스템 (INVERTER)

1) 원리

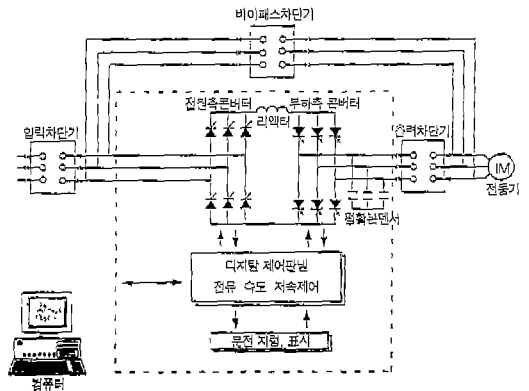
인버터는 상용 전원을 컨버터부에서 일단 정류하여 인버터부에서 임의의 주파수의 교류로 가변시키며 유도전동기(표준 모드)의 속도 N은, 다음식으로 표현된다.

$$N = \frac{120 \times f(\text{주파수})}{P(\text{모터극수})} \times (1-s) \text{ [rpm]}$$

여기서, s는 모터 Slip임

인버터에서 f(주파수)를 임의로 변화시킴으로써 모터 속도를 자유롭게 가변할 수 있으며, 실제로 충분히 모터 토크를 확보하기 위해서, f(주파수)를 가변할 때 V(출력전압)도 동시에 변화시켜야 한다.

2) 구성도



3. 전압, 전류 검출에 의한 페루프제어 시스템

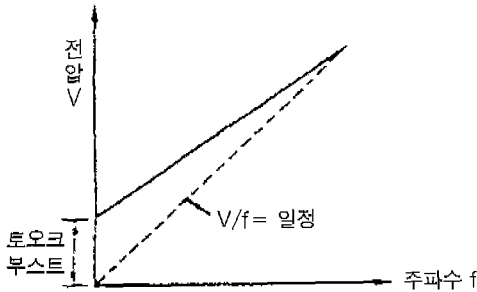
1) 시스템의 종류

- ① V/F제어
- ② 범용자속벡터제어
- ③ 자속벡터제어

2) V/F제어

중래의 범용 인버터의 제어는, f (주파수)를 가변할 때에, V (출력전압)과의 비율(V/f)이 그림의 점선과 같이 일정하게 되도록 하고 있다.

따라서, 이 방식을 V/F 제어라 부른다.



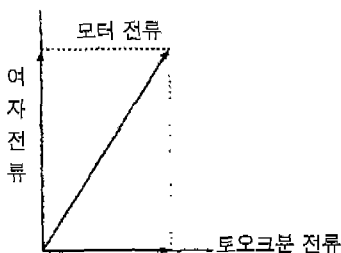
이 방식은 배선과 모터의 1차 권선에서의 전압 강하에 따라 실제 유효한 전압이 감소하기 때문에 충분히 토크가 출력되지 않는다.

이 현상은 저속이 될수록 크게 영향받는다. (저속 토크 부족) 그래서 사전에 전압 강하분을 추정해서 그 분량만큼 그림의 실선과 같이 전압을 높여(토크 부스트)서 저속에서의 토크 부족을 보정하고 있다.

(주) 토크 부스트를 너무 크게 하면 토크는 충분히 출력되지만 과대 전류가 흐르기 때문에, 인버터는 과전류(OCT) 트립이 쉽게 발생한다. 이런 점을 보완하기 위해서 자속 벡터 제어와 범용 자속 벡터 제어가 개발되어 실제로 사용되고 있다.

3) 범용 자속 벡터 제어

인버터의 출력 전류를 여자 전류와 토크분 전류로, 벡터 연산에 따라서 분할하여 부하 토크에 맞는 모터 전류를 흐르게 하도록 전압 보정을 행하여 저속 토크를 향상시키는 방식으로서 인버터의 출력 전류(모터 전류)를 출력



주파수 와 출력 전압에 대한 각 상의 전류 위상에서 여자 전류(자속을 발생시키는데 필요한 전류)와 토크분 전류(부하 토크에 비례하는 전류)로 벡터 연산에 따라 분할 한다.

부하 변동에 따라서 모터 전류가 변화하면, 모터의 일차측(배선 포함)전압 강하분도 변화하기 때문에 여자 전류의 크기에 영향을 준다.

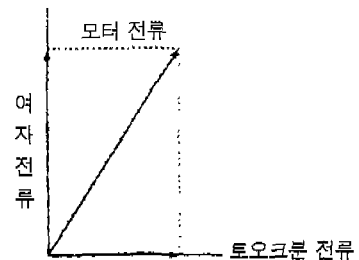
이 전압 강하분을 모터 및 일차 배선 정수와 토크분 전류의 크기로부터 구하여 모터의 일차 자속 이 항상 일정하게 되도록 인버터의 출력전압을 보정(증감)한다.

4) 자속 벡터 제어

인버터의 출력 전류를 여자 전류와 토크분 전류로, 벡터 연산에 따라 분할하여 부하 토크에 맞는 모터 전류를 흐르게 하도록 주파수와 전압의 보정을 행하여 저속 토크 및 속도 정밀도를 향상시키는 방식으로, 1에서 150%의 고토오크를 실현하고 있다.

인버터의 출력 전류(모터전류)를 출력주파수와 출력전압에 대한 각 상의 전류 위상에서, 여자 전류(자속을 발생시키는데 필요한 전류)와 토크분 전류(부하 토크에 비례하는 전류)로 벡터 연산에 따라 분할 한다.

토크분 전류에서 모터의 실속도를 추정하고 설정 속도가 되도록 출력 주파수를 보정(증감)한다.



(슬립 보상)

부하 변동에 따라서 모터 전류가 변화하면, 모터의 일차측(배선 포함) 전압 강하분도 변화하기 때문에 여자 전류의 크기에 영향을 준다.

이 전압 강하분을 모터 및 일차 배선 정수와 토크분 전류의 크기로부터 구하여 모터의 일차 자속이 항상 일정하게 되도록 인버터의 출

력전압을 보정(증감)한다.

5)제어방식 비교

항 목	V/F 제 어	범용 지속 벡터	제어 지속 벡터 제어
구성 모터	표준 모터	표준 모터	표준 모터
오토 튜닝 기능	불필요	불필요	표준 장비
오토 튜닝 토오크 (단시간)	1Hz : 30%이하 3Hz : 30% 6Hz : 80%	1Hz : 30~50% 3Hz : 150% 6Hz : 200%	1Hz : 150% 3Hz : 150% 6Hz : 150%
속도 검출기	불필요	불필요	불필요
속도제어 범위	1:10	1:15	1:20
슬립보상	유·무	없음	있음
	특 성	속도변동률: 2~5% (부하의 크기로 결정된다)	속도변동률: 2~5% (부하의 크기로 결정된다)
토오크 제어	없음	없음	없음
속도 제어	PLG+옵섬으로 가능	없음	PLG+옵섬으로 가능
제어 응답성	10~20rad/s	20~30rad/s	20~30rad/s
용 도	팬·펌프·일반 일반산업기계등	산업 기계·반송 기계등	일반 산업 기계·반송 기계 승강용도 등

전기기술사 소방강좌

• 노동부 • 교육부 • 서울시 지정 교육기관

“전기에 관한 한 최고의 명문임을 자부합니다”
1964년 국내최초로 설립한 이래— 37년간 150,000여명의 전기기술자를 배출한 최고의 명문!!

기술사과정

※ 기술사 공개강의: 3월 2일 16시~19시
● 개강: 일요일 3월 3일, 수요일 3월 6일, 연구반 3월 2일

강의과정	반 별	강의시간
발송배전 기술사	수요정규반	수요일 19:00~22:00
	일요정규반	일요일 10:00~15:00
	심층연구반	토요일 18:00~21:00
건축전기 기술사	수요정규반	수요일 19:00~22:00
	일요정규반	일요일 10:00~15:00
	심층연구반	토요일 16:30~19:30
전기철도 기술사	일요정규반	일요일 10:00~15:00
	심층연구반	토요일 16:30~19:30

- 교수진: 분야별, 과목별 최고의 권위교수진
- 유상봉: 공학박사/국내철도 5종목 기술사보유/ Y대교수
- 김세동: 공학박사/ 기술사/ D대교수
- 조양행: 공학박사/ Y대교수
- 임철교: 기술사/ 경영지도사/ N회사 부장/D대겸임교수
- 박용덕: 기술사/ S엔지니어링 대표이사
- 김영곤: 기술사(전기철도 외 2종목)/D엔지니어링 부사장
- 박병수: 기술사(전기철도 외 1종목)/D회사 이사 44인

기사과정

■ 강의과정

- 전기공사(산업)기사반
- 전기(산업)기사반
- 전기철도(산업)기사반
- 소방설비(산업)기사반
- 전기기능사반
- 각 과정별 필기/실기특강반

■ 개 강

- 정규반: 매월10일
- 특강반: 공단원서접수 첫날

■ 강의시간

- 오전반 10:00~12:30
- 오후반 16:00~18:30
- 야간반 19:00~21:30

특별과정

■ 수강료환급반

- 대상: 고용보험 적용업체에 재직중인 자(고용보험 납부자)
- 직업능력개발사업지원금 지급규정(노동부고시 제2000-6호)에 의하여 노동부에서 수료자 전원에게 수강료를 최고 90%환급

■ 서신강좌과정

- 대상: 시간실, 거리상 강의를 직접수강 할수 없는 직장인이나 지방거주자를 위한 과정
- 실시종목: 전기분야 기사/산업기사 필기과정 및 실기과정

■ 국비무료교육

- 대상: 전기공사기사, 전기기사 또는 전기기능사를 취득하고자 하는 실업자로서 취업희망자
- 특전: 수강료, 교재비 인체무료 -매일 훈련수당 지급(전액국비) -전원 취업알선 -노동부인정 수료증발급

서울공과대학교

www.sgh.co.kr

676-1113~5

서울 영등포구 당산동 455번지(지하철 2.5호선 영등포구청 역 하차, 문래역방면 60m)