

유도성 부하의 자동 역률보상 회로 및 제어기 설계

김한선 김병준 김동훈 이승제
광운대학교, 전기공학과

초록— 업계에서 전기 모터, 용해로 등과 같은 다양한 유도 장비를 사용하는 것은 공급의 역률에 부정적인 영향을 미친다. 유도 부하로 인해 피상 전력은 전압과 전류 사이의 위상 차이를 증가시키는 실제 전력보다 커진다. 따라서, 역률은 1이하로 떨어지고 시스템의 효율성은 떨어진다. 이 프로젝트는 역률을 개선하여 0.98이상으로 하는 것을 다룬다. 사용 가능한 역률 보정 장비는 매우 비싸서 가정과 소규모 산업에서 사용할 수 없다. 제어기는 전기 회로의 역률을 얻기 위해 사용된다. 수집된 정보는 아두이노에 제공되며, 아두이노는 필요한 캐패시터를 부하 전체에 병렬로 연결하여 역률이 대략적으로 0.98이상이 되도록 프로그래밍된다. 서민 가정과 산업계의 전력 소비를 줄여주는 저비용 역률 보상 회로 장비를 만드는 것이 우리의 목표다.

키워드—역률, 아두이노, 무효전력, 병렬 커패시터

I. 소개

대부분의 산업 및 상업 시설에서 전기 장비의 대부분은 AC 유도 모터, 유도로, 변압기 및 형광등과 같은 유도 부하입니다. 정상 작동 조건에서는 특정 전기 부하가 전원 공급 장치(킬로와트 kW)로부터 활성 전력(반응 kVA, kVAr)을 끌어당깁니다. 산업용 발전소의 전력 품질 문제는 정류기 제어 모터의 수가 증가하고 고조파 및 상호 고조파의 전반적인 증가로 인해 증가하고 있다[6]. 이러한 부하는 산업용 발전소에서 낮은 역률을 유발한다. 낮은 역률은 비효율적인 전력 사용을 나타내며 총 에너지 비용에 영향을 미친다. 발전소의 역률이 낮으면 필요한 것보다 더 많은 전력을 사용한다. 역률 부실은 비용을 상당히 증가시키는 만큼 바로잡아야 한다. 커패시터는 일반적으로 역률을 개선하기 위한 가장 경제적인 수단이다. 역률개선은 일하지 않고 소모만 되는 무효전력을 최소화시키는 방법을 통해 20세기 초부터 역률을 1에 가깝게 복원하기 위해 사용해 온 기술을

일컫는 용어다. 이는 일반적으로 유도 부하의 무효전력 수요를 보상하여 공급에 대한 부담을 줄이는 전기 네트워크에 커패시터를 추가하여 이루어진다. [2] 그리고 장비의 작동에는 영향이 없어야 한다. 본 설계는 역률을 수정하여 1에 더 가까워지게 하는 내용을 다루고 있다. 우리는 역률 측정을 위해 zero crossing detector를 사용했고 보정 과정은 아두이노 마이크로컨트롤러로 제어된다.

II. 역률 및 역률의 중요성

역률은 전력이 시스템에 의해 얼마나 효과적으로 사용되고 있는지를 나타내는 척도이다. 역률을 이해하기 위해서는 먼저 전력에 유효전력, 무효전력, 피상전력의 세 가지 구성요소가 있다는 것을 알아야 한다. 유효전력은 실제로 소비되는 전류와 전압이다. 이 전력은 열, 빛, 움직임을 만드는 것과 같은 실제 작업을 수행한다. 작동 전력은 킬로와트(kW)로 표시되며, 전기 계량기에서는 킬로와트 시로 표시된다. 무효전력은 유용한 작업은 아니지만, 많은 상업적/산업적 부하와 관련된 전자기장을 유지하기 위해 필요하다. 이 값은 kVAR[1] 단위로 측정된다. 유효전력과 무효전력을 포함한 총 필요 용량을 피상 전력이라고 한다. 피상전력은 KVA로 표현된다. 역률은 피상 전력에 대한 유효전력의 비율이다. 역률 값은 0에서 1.00 사이일 수 있다. 일반적으로 값의 범위는 0.80 ~ 0.98입니다. 0.80 미만의 역률은 낮은 것으로 간주된다.

A. 역률보상

변위 역률과 역률 등 다른 형태 또는 역률을 고려해야 한다. 전력 삼각형에 표시된 변위 역률($\cos\phi$)은 실제 전력(W)과 기본 파형의 피상 전력(S)[7] 사이의 관계이다. 직각 삼각형의 나머지 면은 그림 1과 같이 무효전력(Q)이다. 총 역률은 고조파의 왜곡 효과를 포함할 때 실제 전력과 피상 전력 사이의 관계이다. 총

역률은 항상 시스템의 고조파에 따라 변경되기 때문에 모든 작동 조건에서 추적이 어렵고 기본 계측 장비가 정확하게 측정할 수 없다.

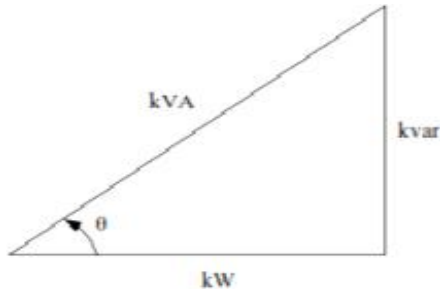


그림1. 전력삼각형

$$\cos(\varphi) = PF = P/S$$

전력 공급 장치를 통해 전력 계수를 개선합니다.

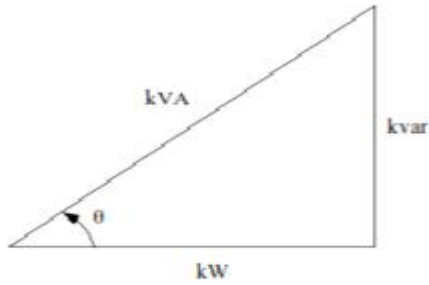
낮은 역률과 관련된 또 다른 비용은 전력회사가 수요 측면 에너지 관리의 일부로 부과하는 패널티이다.

소비자 측정기가 허용 역률(일반적으로 0.95)을 벗어나는 경우, 전력회사는 전력회사의 요금 구조와 일치하는 패널티를 부과한다. 그림 2는 역률에 따른 전력 손실의 변화를 보여준다. 에너지와 관련된 비용 때문에 오늘날의 전력 시스템은 에너지 효율을 극대화하도록 설계되어야 한다.

Ⅲ. 작동 원리

때문에 모든 작동 조건에서 추적이 어렵고 기본 계측 장비가 정확하게 측정할 수 없다.

Fig. 1.
전 력 삼 각 형



$$\cos(\varphi) = PF = P/S$$

구리 손실은 전류의 제곱만큼 증가하므로 그림 2를 참조하여 전류가 증가하면 전력 손실이 크게 증가한다.

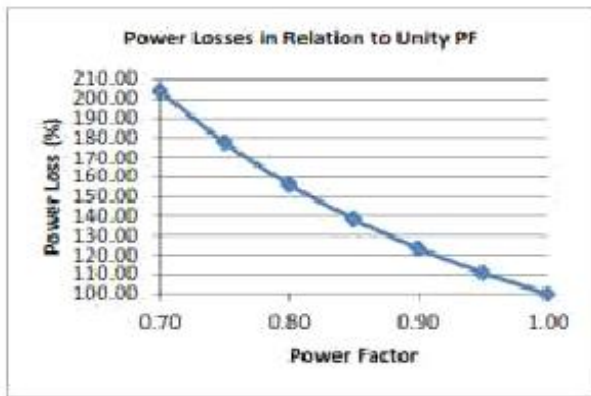


Fig. 2. 역률에 따른 전력 손실의 변화

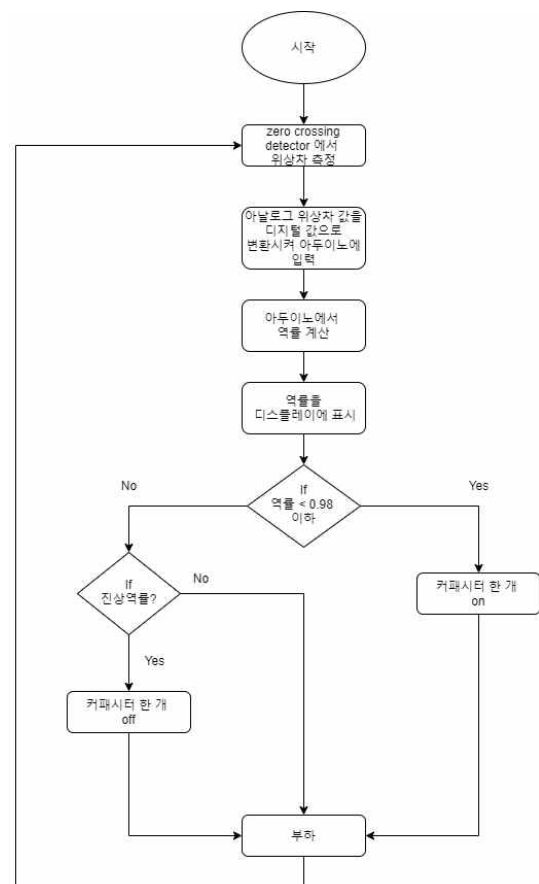
전력 공급 장치를 통해 전력 계수를 개선합니다.

낮은 역률과 관련된 또 다른 비용은 전력회사가 수요 측면 에너지 관리의 일부로 부과하는 패널티이다. 소비자 측정기가 허용 역률(일반적으로 0.95)을 벗어나는 경우, 전력회사는 전력회사의 요금 구조와 일치하는 패널티를 부과한다. 그림 2는 역률에 따른 전력 손실의 변화를 보여준다. 에너지와 관련된 비용 때문에 오늘날의 전력 시스템은 에너지 효율을 극대화하도록 설계되어야 한다.

III. 작동 원리

시스템의 블록 다이어그램은 그림 3에 나와 있습니다. 주 전원 라인은 변류기, 변압기를 통과합니다. 변류기의 출력은 역률 변환기에 전류 입력을 제공한다. 전압 출력은 직접 취한다. 공급 라인의 전압 및 전류는 역률 변환기에 공급된다. 역률 변환기의 출력은 시스템의 역률에 비례하는 DC 전압이다. 이 전압은 마이크로컨트롤러 아두이노의 ADC 핀에 공급됩니다. 아두이노는 ADC 변환을 사용하여 아날로그 값을 디지털 값으로 변환하고 역률을 계산한다. 아두이노는 이제 릴레이의 제어 단자에 적용되는 출력 신호를 생성한다.

릴레이는 프로그램에서 설정한 계산된 역률을 기준으로 필요한 커패시터를 방전한다.



IV. 결론

본 문서는 전력 계수가 낮을 때만 커패시터를 사용하는 시스템을 제시하며 그렇지 않을 경우 라인에서 차단된다. 따라서 전력 계수를 향상시킬 뿐만 아니라 정적 커패시터의 수명도 증가시킨다. 정적 커패시터가 있는 이 시스템은 부하 측에서 모든 분배 라인의 역률을 개선할 수 있다. 이 정적 커패시터가 고전압 전송 라인에 적용될 경우 정격은 예기치 않게 커지며 경제성이 떨어지고 비효율적이다. 따라서 가변 속도 동기식 콘덴서는 어떤 고전압 송전선에서도 전력 계수를 개선하기 위해 사용될 수 있으며 동기식 콘덴서의 속도는 마이크로 컨트롤러나

제어 장치에 의해 제어될 수 있다. 전체적인 전기 비용 절감은 전력 계수를 보다 경제적인 수준으로 개선함으로써 달성될 수 있다. 그 공급은 확장 중인 회사에 이익이 될 수 있는 추가 부하를 지지할 수 있을 것이다. 역률개선을 통해 배전망 구성요소에 대한

부하를 줄이면 사용이 연장된다. 또한 더 짧은 기간 내에 설치가 가능하며 그늘이나 날씨 등 환경적 고려의 대상이 되지 않는다. 자본충당금 강화 여부와 상관없이 역률개선 장비를 설치할 경우 얻을 수 있는 이점은 매우 분명하다.

REFERENCES

- [1] Christopher A Hedger, "Power factor correction- a fresh look into todays electrical system", IEEE, Volume 2, Issue 12, PP 1-13, 2012.
- [2] Sapna Khanchi, Vijay Kumar Garg, "Power factor improvement of induction motor using capacitors", IJETT, Volume 4, Issue 7, PP 2967-2971, 2013
- [3] Pranjali Sonje, Anagha Soman, "Power factor correction using pic micro controller", IJEIT, Volume 3, Issue 4, PP 272-276, 2013
- [4] Md. Shohel Rana, Md. Naim Miah, Habibur Rahman, "Automatic power factor improvement by using micro controller", Global Journal of Researches in Engineering, Volume 13, Issue 6, PP 310-316, 2013
- [5] Mr. Anant Kumar Tiwari, Mrs. Durga Sharma, Mr. Vijay Kumar Sharma, "Automatic power factor correction using capacitor bank", ISSN, Volume 4, Issue 2, PP 393-395, 2014
- [6] Attia K, Youssef M, Tantawy M, Bekheet, "Power factor correction for intermittent and fluctuating loads", ISSN, Volume 2, Issue 2, PP 289, 2003
- [7] V K Metha and Rohit Mehata, "Principles of power system", S. Chand & Company Ltd., Ramnagar, New Delhi- 110055, Edition 4, Chapter