

## 회로이론 2

한양대학교 ERICA  
국방정보공학과  
유경렬 교수

1

## 회로이론 2

- 국방정보공학과 유경렬 교수
  - 연구실: 4공학관 307호 (교내 5167)
  - e-mail: [drwhoyoo@hanyang.ac.kr](mailto:drwhoyoo@hanyang.ac.kr)
  - Office Hrs.: Anytime available

## 회로이론 2: 평가방법

- 출석 (10%), 과제 (20%), 중간고사 (30%), 기말고사 (40%)
  - 중간고사: 2021-10-19 (화)
  - 기말고사: 2021-12-14 (화)
- 2/3 이상 출석하지 않으면 F학점으로 처리됩니다.
- 모든 시험은 comprehensive (처음부터 배운데 까지)입니다.

## 회로이론 2: 수업내용

10. 직류회로 해석: review
  - ▷ 교류회로 해석: 정현파 전류/전압과 회로변수
  - ▷ 정현파 입력에 대한 정상상태 응답
  - ▷ Phasor/Impedance
  - ▷ Phasor를 사용한 교류 회로 해석 방법
11. 교류회로 전력 분석
  - ▶ 순간전력/평균전력
  - ▶ 전압/전류의 실효값
  - ▶ 피상전력/유효전력/무효전력/복소전력/역률
12. 다상회로
13. 자기 결합회로
  - ▷ mutual inductance
  - ▷ Linear/ideal transformer

## 회로이론 2: 수업내용

- 14. Laplace transform
  - ▶ Complex frequency
  - ▶ Inverse Laplace transform
- 15. s-domain 회로 해석
  - ▷ 극점 / 영점 / 전달함수
  - ▷ Convolution
  - ▷ 교유응답
- 16. 주파수 응답
  - ▶ 공진회로
  - ▶ Bode diagram
- 17. 2-port 회로망

회로이론 2, 2021-Fall: 한양대학교 ERICA, 국방정보공학과

5

## War of Currents

- Thomas Edison vs. Nikola Tesla
  - ▶ Tesla began working for the Continental Edison Company in 1882.
  - ▶ Both had very different styles of approach when it came to new inventions.
  - ▶ Edison promised Tesla \$50,000 if he could improve his prototypical dynamos (motor & generator) used in his direct current (DC) electricity system.
  - ▶ Tesla devoted months of work to this project and made significant progress. When he was done, Edison insisted the whole idea had been a joke. Tesla then left the company to set up his own, the Tesla Electric Light Company.
  - ▶ Tesla believed that his model of an alternating current (AC) was much more practical for large scale applications, for example, in power grids for large cities. It allowed power to be sent further and through thinner wires than Edison's DC model.

회로이론 2, 2021-Fall: 한양대학교 ERICA, 국방정보공학과

6

# War of Currents

- ▶ Edison fought hugely against this new concept, claiming it was unsafe. He showed this by electrocuting a number of local pets in public using an AC current.
- ▶ Tesla는 AC의 안전성을 주장하기 위하여 자신의 몸에 50[kV]의 전압을 통과하도록 시연
- ▶ In 1891, the international Electro-Technical Exhibition in Frankfurt, Germany, was powered by 3 phase A/C current, being generated 175 km away. This exhibition proved that the A/C system was a more practical and efficient system than the D/C transmission system.
- ▶ 1893년 Chicago World's Fair (1<sup>st</sup> world fair with electricity): Electrical & lighting system (25만개의 전구).
- ▶ 1893, Niagara falls 수력발전소 – 42[km] 떨어진 공장: Tesla won the war of the currents in the end.
- ▶ It should be noted that most current household appliances convert AC back to DC. This is to prevent massive surges of energy entering these appliances.

회로이론 2, 2021-Fall: 한양대학교 ERICA, 국방정보공학과

7

## DC vs. AC

### 직류의 장/단점

#### 장점

- 충전 기능 (교류는 저장이 불가능하다)
- 전압이 일정하므로 사용 전력의 질이 우수하다.
- 작은 전원(배터리)을 제작할 수 있다.
- 직류 전압은 동일 **실효치**의 교류 전압 최대치가 0.7071이므로 절연 효율이 높다. 예를 들어, 송전 철탑의 높이, 애자의 크기 및 개수 등을 교류 송전 철탑 보다 작게 할 수 있다.

#### 단점

- 전압 변경이 어렵다.
- 장거리 전송에 비효율적: 선로 길이에 따라서 전압 변동이 커지고, 초고압 송전이 어렵다.
- **단상**(+/-) 밖에 없어 제어 목적으로 사용하기 어렵다.
- 교류로 변환하고자 할 때, 변환 설비에서의 손실이 크다.
- 직류 차단기의 구현이 어렵다.

회로이론 2, 2021-Fall: 한양대학교 ERICA, 국방정보공학과

8

## DC vs. AC

### 교류의 장점

- 변압기를 사용하여 전압 변경이 쉽다.
- 3상 전력을 사용하여 모터의 속도제어가 용이하다.
  - \* 전력 효율이 높다.
  - \* 부하 용량이 적다.
  - \* 허용 전류가 낮아, 차단기 용량을 줄일 수 있으며, 전선의 허용전류를 낮출 수 있다.
  - \* 부하 불균형을 막을 수 있다.
- 초 고전압을 사용하여 장거리 전송에 효율적
- 동일 전력의 경우, 고전압/저전류를 사용하여 전선을 가늘게 할 수 있고, 전력 관련 사고를 쉽게 판별할 수 있다.

## DC vs. AC

### 교류의 단점

- 유도장애가 크다.
- 고압 전압으로 인한 절연 필요가 증가 (절연 비용이 직류 대비 1.4배)
- 전력 변환 장치가 복잡하다.
- 전력 손실이 크다.
  - \* 주파수에 의한 무효전력이 발생하고, 열이나 코로나 손에 의해서도 전력손실이 많이 발생한다.
  - \* 직류는 전압과 전류간의 위상차가 없어 무효전력이 없기 때문에 전력손실이 매우 작다.
  - \* 교류는 거리가 멀어질수록 전력 흐름을 방해하는 reactance에 의해 송전용량이 급격히 감소하지만, 직류는 송전거리에 상관없이, 전압만 높일 수 있으면 직류가 교류보다 훨씬 효율적이다.

# HVDC

High Voltage Direct Current (초고압 직류 송전): 발전소에서 생산되는 고압의 교류전력을 전력 변환기를 이용해 고압의 직류전력으로 변환시켜 송전한 후 원하는 수전(受電) 지역에서 다시 전력 변환기를 이용해 교류전력으로 재 변환시켜 전력을 공급하는 방식이다.

## HVDC의 장점

- (1) 전압이 낮기 때문에 기기의 절연이 용이하고, 각 기기에 설치돼 있는 절연체의 수량 및 철탑의 높이를 줄일 수 있다.
- (2) 동일한 전력 전송에서 송전 손실이 적다. 전선의 사용량을 줄일 수 있고, 송전선로의 면적을 줄일 수 있어 효과적으로 송전할 수 있다. 특히 직류가 교류에 비해 2배 이상의 전류를 흘릴 수 있게 된다.
- (3) 전압이나 주파수가 다른 두 교류 계통 사이를 연결하여 계통의 안정도를 향상시킬 수 있다.
- (4) 송전거리에 대한 제약이 없다 (450km 이상의 육지 전력전송이나 40km 이상 해저 전력전송에 있어서 건설비가 저렴).
- (5) 교류송전 방식에 비해 송전선로의 전자파 발생이 줄어 통신선 및 각종 기기에 발생하는 오작동 및 잡음을 줄일 수 있다.

회로이론 2, 2021-Fall: 한양대학교 ERICA, 국방정보공학과

11

# DC vs. AC

## 직류의 역습

- (1) 1893년 소위 전류전쟁(war of current)에서 Tesla가 주장하는 교류가 Edison이 옹호하는 직류에 승리를 거둔 이후, 전세계의 전기는 교류를 기반으로 운영되어 왔다. 하지만, 신재생 에너지원과 분산전원, 에너지 저장장치 등의 DC 전원이 급속히 증가하였고, 정보화 사회의 발전과 더불어 직류전원을 소모하는 정보통신 부하가 크게 늘어 DC의 반격이 시작되었다.
- (2) 일상생활에서 이용되는 컴퓨터나 일반 가전부터 산업용 인버터와 향후 대량 보급될 전기자동차에 이르기까지 직류를 이용할 때, 더 효율적이고 안정화시키기 쉽다. 태양광, 풍력, 연료전지 등 다양한 신재생 에너지원에도 직류가 더 적합하고 효율적이다.

회로이론 2, 2021-Fall: 한양대학교 ERICA, 국방정보공학과

12