

# REPORT



## 예제 6.2 / 6.3 풀이

과 목 명		서보기기제어
담당 교수		홍선기 교수님
학 과		시스템제어공학과
학 번		20210710
이 름		맹지우
제 출 일		2023.09.26.

1. 예제 6.2

10MVA, 14kV, 성형 결선 3상 동기기를 시험하여 다음값을 얻었다.

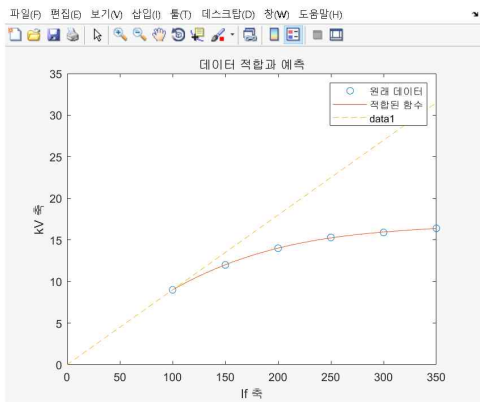
$I_r(A)$	개방 회로 전압 (kV) (선간)	공극선 전압 (kV) (선간)	단락 회로 전류 (A)
100	9.0		
150	12.0		
200	14.0		
250	15.3	18	490
300	15.9		
350	16.4		

전기자 저항은  $0.07\Omega$  / 상이다.

```
clear all
format short;

MVA = 10*10^6; % 피상전력
V = 14*10^3; % 상전압
Phase = 3; % 3상
Vb = V/sqrt(Phase); % 선간 전압
Ib = MVA/(sqrt(Phase)*V) ; % P = VI
Zb = Vb/Ib; % 임피던스 옴의공식 사용
```

기준 전압, 기준 전류, 기준 임피던스의 데이터를 아래와 같이 그릴 수 있다.



- (a)의 답: 옴은 1.08, pu는 0.840이다.
- (b)의 답: 계자전류는 330.09f이다.

(a)  $\Omega$  및 pu로 불포화 및 포화 동기 리액턴스를 구하여라

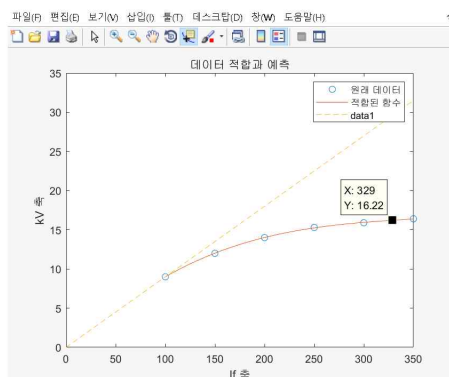
```
% (a) 옴 및 pu로 불포화 및 포화 동기 리액턴스를 구하여라

Vunsat = 18000/sqrt(Phase); % 단락회로 전압
Iunsat = 490; % 단락회로 전류
Zunsat = Vunsat/Iunsat; % 단락회로 인피던스
Relc = 0.07; % 전기자 저항
Xunsat = sqrt(Zunsat^2 - Relc^2);
XunsatPu = Xunsat/Zb; % 옴
Zsat = V/sqrt(Phase)/Iunsat;
Xsat = sqrt(Zsat^2 - Relc^2);
XsatPu = Xsat/Zb; % pu
fprintf('-----\n')
fprintf('(a)의 답: 옴은 %.2f, pu는 %.2f이다.\n', XunsatPu, XsatPu)
```

(b) 동기 발전기가 무한 모선에 연결되어 있고 지상 역률 0.8로 정격 MVA를 공급한다고 할 때 필요한 계자 전류를 구하여라

```
% (b) 동기 발전기가 무한 모선에 연결되어 있고 지상 역률 0.8로 정격 MVA를 공급한다고 할 때 필요한 계자 전류를 구하여라
Vtseta = 0;
Vtreal = 1;
Vt = complex(Vtreal*cos(Vtseta),Vtreal*sin(Vtseta));
PF = 0.8;
seta = acos(PF);
laseta = -seta;
lareal = 1;
Ia = complex(lareal*cos(laseta),lareal*sin(laseta));
Zsseta = atan(Xsat/Relc);
Zsreal = XsatPu;
Zs = complex(Zsreal*cos(Zsseta),Zsreal*sin(Zsseta));
Ef = Vt+Ia*Zs;
EfrealPu = abs(Ef);
theta = angle(Ef);
Efdeg = rad2deg(theta);
Efreal = EfrealPu*V;
If = EfrealPu*200;
fprintf('(b)의 답: 계자전류는 %.2f이다.\n', If)
```

(c)  $I_f = 329.8A$ 에서 개방 회로 데이터로부터 단자 전압은 다음과 같이 구할 수 있다.



## 1. 예제 6.2\_값 변경

19MVA, 10kV, 성형 결선 3상 동기기를 시험하여 다음값을 얻었다.  
전기자 저항은  $0.09\Omega$  / 상이다.

```
clear all;
format short;

MVA = 19*10^6; % 피상전력
V = 10*10^3; % 상전압
Phase = 3; % 3상
Vb = V/sqrt(Phase); % 선간 전압
Ib = MVA/(sqrt(Phase)*V); % P = VI
Zb = Vb/Ib; % 임피던스 옴의공식 사용
```

(a)의 답: 옴은 4.03, pu는 2.24이다.

(b)의 답: 계자전류는 590.67f이다.

## 2. 예제 6.3

5kVA, 208V, 4극, 60Hz, 성형 결선의 3상 동기기에서 고정자 권선 저항은 무시하고, 정격 단자 전압에서 동기 리액턴스는 8옴이다. 여기서, 동기기는 3상 208V, 60Hz를 발생하는 발전기로 동작한다.

```
clear all
```

```
kVA = 5*10^3;
```

```
Vt = 208;
```

```
Phase = 3;
```

```
PF = 0.8;
```

```
Reacrtance = 8;
```

먼저 문제에 언급된 파라미터를 설정해주었다. 맨 위에 “clear all”은 모든 값을 초기화하고 처음부터 실행한다고 생각해주면 된다.

(a)의 답: 여자 전압  $E_f$ 는 206.76, 전력각 델타는 + 25.44도이다.

(b)의 답: 무효 kVA를 구하면 5.020이다.

(c)의 답: 고정자 전류는 29.89이고, 역률은 0.860이다.

>>

(a) 동기기가 0.8 지상 역률로 정격 kVA를 공급할 때 여자 전압과 전력각을 구하여라. 이 조건에서 페이서도를 그려라.

```
% (a) 동기기가 0.8 지상 역률로 정격 kVA를 공급할 때 여자 전압과 전력각을 구하여라.
```

```
% 이 조건에서 페이서도를 그려라.
```

```
VtPhase = Vt/sqrt(Phase); % 120V / 상
```

```
Iareal = kVA/(Vt*sqrt(Phase)); % 정격 kVA에서 고정자 전류
```

```
Iaseta = acos(PF);
```

```
Ia = complex(Iareal*cos(-Iaseta), Iareal*sin(-Iaseta));
```

```
Ef = VtPhase + Ia * Reacrtance * 1i;
```

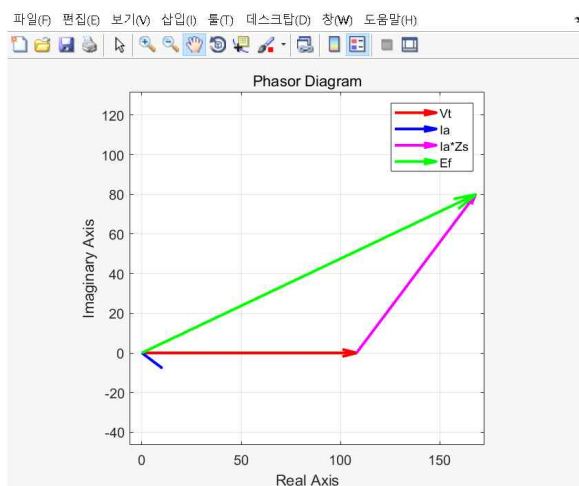
```
Efreal = abs(Ef); % 여자 전압 계산
```

```
theta2 = angle(Ef);
```

```
Efdeg = rad2deg(theta2); % 전력각(델타) 계산
```

```
fprintf("_____#n")
```

```
fprintf('(a)의 답: 여자 전압 E_f는 %.2f, 전력각 델타는 + %.2f도이다.#n', Efreal, Efdeg)
```



(b) 계자 여자 전류가 20% 증가할 때에  $I_L$ , 고정자 전류, 역률 및 기기로부터 공급되는 무효 kVA를 구하여라.

```
% (b) 계자 여자 전류가 20% 증가할 때에  $I_L$ , 고정자 전류, 역률 및 기기로부터 공급되는 무효 kVA를 구하여라.
Eget = 1 + 0.2;
N_Ef_real = Efreal*Eget; % 새로운 여자 전압 계산
a = sin(theta2)*Efreal/N_Ef_real;
delta_prime = asin(a);
delta_prime_deg = rad2deg(delta_prime);
N_Ef = complex(N_Ef_real*cos(delta_prime),N_Ef_real*sin(delta_prime));
Ia2 = (N_Ef-VtPhase)/(Reacrtance*1i);
Ia2real = abs(Ia2); % 고정자 전류 크기 계산
theta3 = angle(Ia2); % 고정자 전류 각도 계산
Ia2deg = rad2deg(theta3);
PF2 = cos(-theta3); % 역률 계산
Q = 3*abs(VtPhase)*Ia2real*sin(-theta3)*10^-3; % 무효 전류 계산
fprintf('(b)의 답: 무효 kVA를 구하면 %.2f이다.\n', Q)
```

(c) (a)에서의 전류에 대해 원동기 전력이 점차 증가한다. 정태 안정도 한계는 얼마인가? 이러한 최대 전력 전달 조건에서 고정자(즉, 전기자) 전류, 역률 및 무효 전력은 얼마인가?

```
% (c) (a)에서의 전류에 대해 원동기 전력이 점차 증가한다. 정태 안정도 한계는 얼마인가?
% 이러한 최대 전력 전달 조건에서 고정자(즉, 전기자) 전류, 역률 및 무효 전력은 얼마인가?
Pmax = 3*Efreal*VtPhase/Reacrtance; % 최대 전력 전달 식
Ia3 = (Efreal*1i-VtPhase)/(Reacrtance*1i);
Ia3real = abs(Ia3); % 고정자 전류 계산
theta4 = angle(Ia3); % 고정자 전류 위상
PF3 = cos(theta4); % 역률 계산
Ia4 = sqrt((Efreal^2+VtPhase^2)/Reacrtance^2);
theta5 = atan(VtPhase/Efreal);
PF4 = cos(theta5);
fprintf('(c)의 답: 고정자 전류는 %.2f이고, 역률은 %.2f이다.\n', Ia3real, PF3)
```

## 2. 예제 6.3\_값 변경

3kVA, 200V, 4극, 60Hz, 성형 결선의 3상 동기기에서 고정자 권선 저항은 무시하고, 정격 단자 전압에서 동기 리액턴스는 10옴이다. 여기서, 동기기는 3상 200V, 60Hz를 발생하는 발 전기로서 동작한다.

```
clear all;

kVA = 3*10^3;
Vt = 200;
Phase = 3;
PF = 0.5;
Reacrtnce = 10;
```

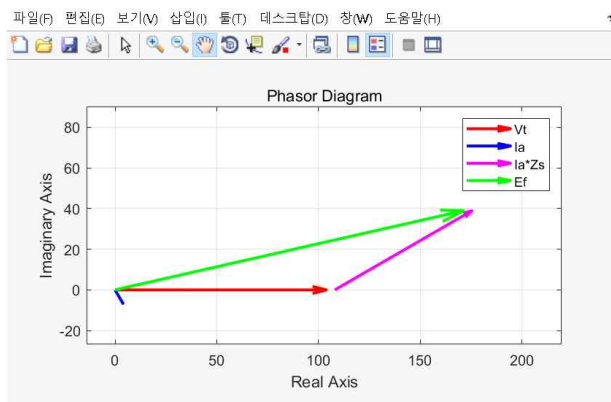
(a)의 답: 여자 전압  $E_f$ 는 195.33, 전력각 델타는 + 12.81도이다.

(b)의 답: 무효 kVA를 구하면 3.98이다.

(c)의 답: 고정자 전류는 22.69이고, 역률은 0.86이다.

(a) 동기기가 0.8 지상 역률로 정격 kVA를 공급할 때 여자 전압과 전력각을 구하여라. 이 조건에서 페이서도를 그려라.

```
% (a) 동기기가 0.5 지상 역률로 정격 kVA를 공급할 때 여자 전압과 전력각을 구하여라.
% 이 조건에서 페이서도를 그려라.
VtPhase = Vt/sqrt(Phase); % 120V / 상
lareal = kVA/(Vt*sqrt(Phase)); % 정격 kVA에서 고정자 전류
laseta = acos(PF);
Ia = complex(lareal*cos(-laseta), lareal*sin(-laseta));
Ef = VtPhase + Ia * Reacrtnce * 1i;
Efreal = abs(Ef); % 여자 전압 계산
theta2 = angle(Ef);
Efdeg = rad2deg(theta2); % 전력각(델타) 계산
fprintf('_____#n')
fprintf('(a)의 답: 여자 전압 E_f는 %.2f, 전력각 델타는 + %.2f도이다.#n', Efreal, Efdeg)
```



(b) 계자 여자 전류가 20% 증가할 때에  $I_L$ , 고정자 전류, 역률 및 기기로부터 공급되는 무효 kVA를 구하여라.

```
% (b) 계자 여자 전류가 20% 증가할 때에, 고정자 전류, 역률 및 기기로부터 공급되는 무효 kVA를 구하여라.
Eget = 1 + 0.2;
N_Ef_real = Efreal*Eget; % 새로운 여자 전압 계산
a = sin(theta2)*Efreal/N_Ef_real;
delta_prime = asin(a);
delta_prime_deg = rad2deg(delta_prime);
N_Ef = complex(N_Ef_real*cos(delta_prime),N_Ef_real*sin(delta_prime));
Ia2 = (N_Ef-VtPhase)/(Reactance*1i);
Ia2real = abs(Ia2); % 고정자 전류 크기 계산
theta3 = angle(Ia2); % 고정자 전류 각도 계산
Ia2deg = rad2deg(theta3);
PF2 = cos(-theta3); % 역률 계산
Q = 3*abs(VtPhase)*Ia2real*sin(-theta3)*10^-3; % 무효 전류 계산
fprintf('(b)의 답: 무효 kVA를 구하면 %.2f이다.\n', Q)
```

(c) (a)에서의 전류에 대해 원동기 전력이 점차 증가한다. 정태 안정도 한계는 얼마인가? 이러한 최대 전력 전달 조건에서 고정자(즉, 전기자) 전류, 역률 및 무효 전력은 얼마인가?

```
% (c) (a)에서의 전류에 대해 원동기 전력이 점차 증가한다. 정태 안정도 한계는 얼마인가?
% 이러한 최대 전력 전달 조건에서 고정자(즉, 전기자) 전류, 역률 및 무효 전력은 얼마인가?
Pmax = 3*Efreal*VtPhase/Reactance; % 최대 전력 전달 식
Ia3 = (Efreal*1i-VtPhase)/(Reactance*1i);
Ia3real = abs(Ia3); % 고정자 전류 계산
theta4 = angle(Ia3); % 고정자 전류 위상
PF3 = cos(theta4); % 역률 계산
Ia4 = sqrt((Efreal^2+VtPhase^2)/Reactance^2);
theta5 = atan(VtPhase/Efreal);
PF4 = cos(theta5);
fprintf('(c)의 답: 고정자 전류는 %.2f이고, 역률은 %.2f이다.\n', Ia3real, PF3)
```

### 3. 결론

항상 문제를 풀 때는 Mathcad를 사용하여서 문제 조건을 변경하는 점에서 편리했었는데, 이번 과제에서 Matlab을 사용하면서 값을 Mathcad에 비해서 바꾸는데 손이 많이 가고 또한 코드도 작성해야 한다는 점에서 불편했다.

유일하게 편리하다고 생각한 점은 그림(페이지도)을 그리는데, 평소에 Matlab을 사용하여 익숙한 것도 있겠지만 그리면서 쉬웠다고 느낀다.