5주차 3월30일~4월3일 수업

# 전자회로실험

제너다이오드 특성, 교재: 실험 4

김영탁교수 IT대학 전자정보공학부



### 실험 목적과 실험 내용

#### ■ 실험 목적

- •제너 다이오드의 전류-전압 특성을 확인한다.
- •제너 다이오드를 이용한 정전압 회로의 특성을 확인한다.
- •시뮬레이션을 통해 제너 다이오드의 전류-전압 특성과 정 전압 회로의 동작을 예측한다.

#### ■ 실험 내용

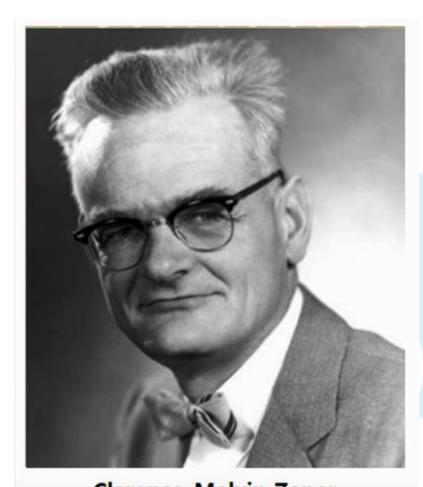
- •실험 4-1 기제너 다이오드의 전류-전압 특성 측정하기
- •실험 4-2 기제너 다이오드를 이용한 정전압 회로의 특성 측정하기

# 제너 다이오드

STEP 01

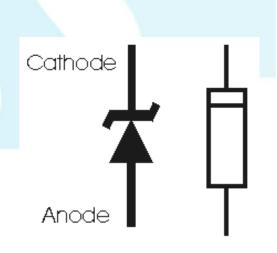
이론적 배경 알아보기

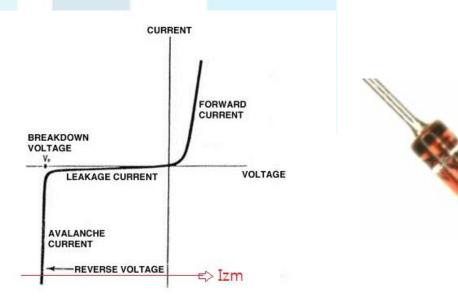




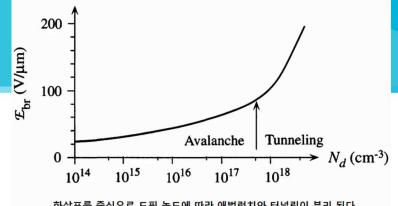
Clarence Melvin Zener (December 1, 1905 – July 2, 1993)

미국의 물리학자인 Clarence Zener 라는 사람이 발견한 Zener 효과라는 현상을 이용한 다이오드 입니다. 주로 정전압 장치에 쓰이며 전압을 일정하게 유지하는 역할을 하는 다이오드 입니다. 일반 다이오드와 다르게 역방향으로 전압을 걸어서 사용합니다.

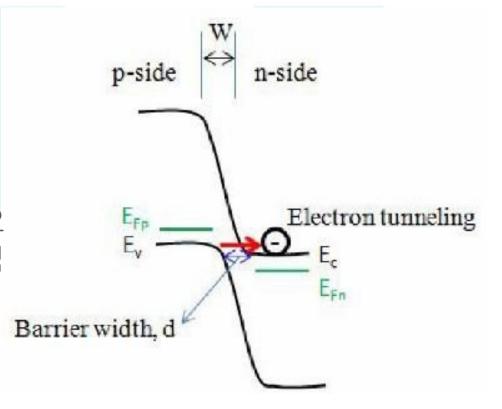








화살표를 중심으로 도핑 농도에 따라 애벌런치와 터널링이 분리 된다.





Soongsil

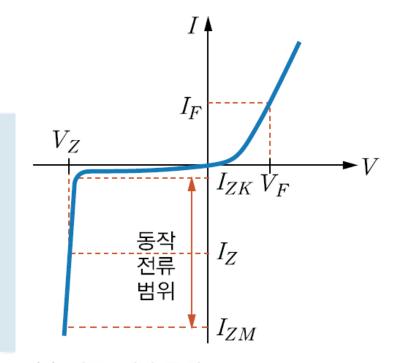
University

## 제너 다이오드 전류-전압 특성 이해하기

#### Soongsil University



- 역방향 임계전압 근처에서 큰 역방향 항복 전류가 흐르 는 제너항복 Zener breakdown 현상을 이용하는 소자
- 제너 항복이 발생하면 다이오드 양 단자의 전압은 거의 일정한 값으로 유지, 전류만 급격하게 증가함
- 정전압 장치에 사용 : 항복 전압 근처에서 다이오드 양 단자의 전압이 일정하게 유지되는 제너 다이오드의 특성 이용
- 일반 정류용 다이오드보다 불순물 도핑 농도가 높게 만들어짐 ☞ 도핑농도를 조정하여 원하는 제너전압의 다이오드를 만들 수 있음 ☞ 제너전압이 수 V인 소자부터 수백 V인 소자까지 다양한 형태가 상용화



(b) 전류-전압 특성

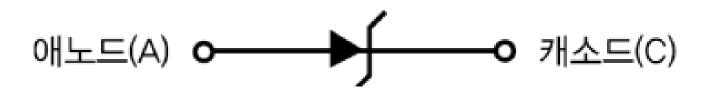
특성

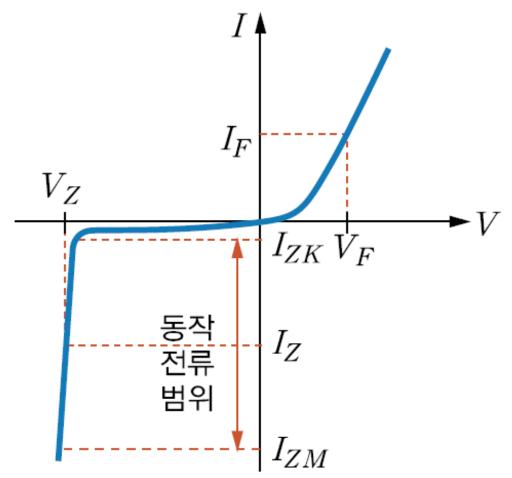
## 제너 다이오드 전류-전압 특성 이해하기

#### Soongsil University

### ○ 전류-전압 특성

- 역방향 전압 인가: 전류가 거의 흐르지 않다가 특정 임계전압 근처에서 제너항복 현상에 의해 전류가 갑자기 증가함
- 제너 항복영역: 다이오드 전류가 어느 정도 변해도 캐소드와 애노드 사이의 전압은 제너전압  $V_z$ 로 거의 일정하게 유지
  - ☞ 전류-전압 특성 곡선의 기울기가 매우 큼
  - → 넓은 역방향 전류 범위에서 매우 작은 제너 전압 변동을 가짐





(b) 전류-전압 특성

## 제너 다이오드 전류-전압 특성 이해하기

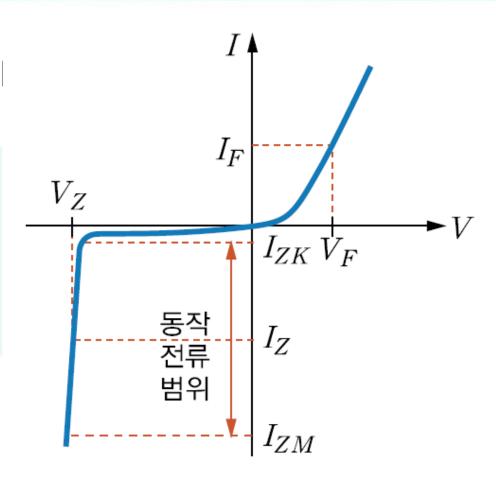
#### Soongsil University

### ○ 동작영역

- 임계전류  $I_{ZK}$  이상의 전류에서만 제너항복이 유지  $I_{ZK}$  이상의 역방향 전류로 동작해야 함
- ullet 정격전력  $P_{Z,max} = V_Z \times I_{ZM}$  에 의해 결정되는 최대 제너전류  $I_{ZM}$  이하로 제한

(너무 큰 전류가 흐르면 전력소모가 증가하여 소 자가 파괴될 수 있음)

 $\therefore$  동작전류 범위 :  $I_{ZK} \le I_Z \le I_{ZM}$ 



(b) 전류-전압 특성

#### Soongsil University

- 제너 다이오드를 이용한 정전압 회로
- 부하저항  $R_L$ 이나 입력전압  $V_S$ 가 일정한 범위 내에서 변하더라도 출력전압  $V_L$ 은 일정하게 유지됨
- 부하  $R_L$  에 일정한 전압  $V_L = V_Z$ 를 공급하기 위한 저항 R은 다음과 같이 결정  $R = \frac{V_S V_Z}{I_Z + I_T}$

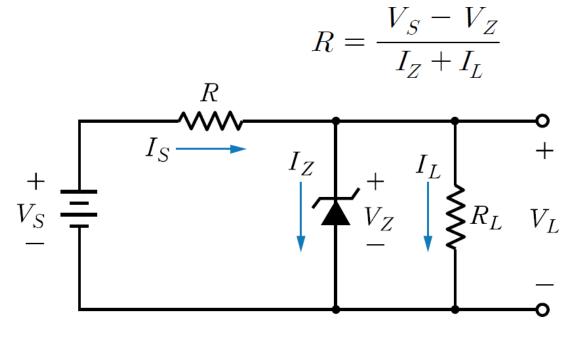


그림 4-2 제너 다이오드를 이용한 정전압 회로



### 여기서 잠깐 | 제너 다이오드의 데이터 시트

• 전압 레귤레이터용 제너 다이오드 1N4728 ~ 1N4764의 데이터 시트

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS(LIMITING VALUES)(TA=25°C)

	Symbols	Value	Units
Zener current see table "Characteristics"			
Power dissipation at TA=25℃	Ptot	<b>1</b> 1)	mW
Junction temperature	TJ	175	$^{\circ}$

### **ELECTRCAL CHARACTERISTICS**(TA=25°C)

	Symbols	Min	Тур	Max	Units
Thermal resistance junction to ambient	RthA			170 1)	°C/W
Forward voltage at IF=200mA	VF			1.2	V

1) Valid provided that a distance at 8mm from case are kept at ambient temperature





### 1N4728..1N4764 SILICON PLANAR ZENER DIODES

Туре	Nominal Zener Voltage 3)	Test Current	Maximun	n Zener Impedar	nce 1)	Maxii reverse leak		Surge current	Maximum regulator Current 2)	
	at		at		at			at TA=0.25		
	lzт		lzτ	Zzk	Izk		at V̇̀̀R	IR	IZM	
	Vz V	lzt mA	Zzτ Ω	Ω	mA	IRμA	V	mA	mA	
1N4728	3.3	76	10			100	1.0	1380	276	
1N4729	3.6	69	10	400		100	1.0	1260	252	
1N4730	3.9	64	9	700		50	1.0	1190	234	
1N4731	4.3	58	9				1.0	1070	217	
1N4732	4.7	53	8	500	1.0		1.0	970	193	

그림 4-3 제너 다이오드의 데이터 시트

#### Soongsil University

 $-R_{thA}$  : 접합-대기 간 열저항

-  $V_Z$ : 역방향 제너전류  $I_{ZT}$ 일 때의 역방향 제너전압

 $-I_{ZK}$ : 항복영역 내에서 동작할 때 최소 역방향 전류 (첨자 K는 knee(무릎, 꺾이는 점)를 나타냄)

-  $I_{ZM}$ : 전력을 초과하지 않고 견딜 수 있는 최대 역방향 전류

-  $Z_{ZT}$  : 역방향 제너전류  $I_{ZT}$ 에서 최대 제너 임피던스

-  $Z_{Z\!K}$  : 역방향 전류  $I_{Z\!K}$ 에서 최대 제너 임피던스

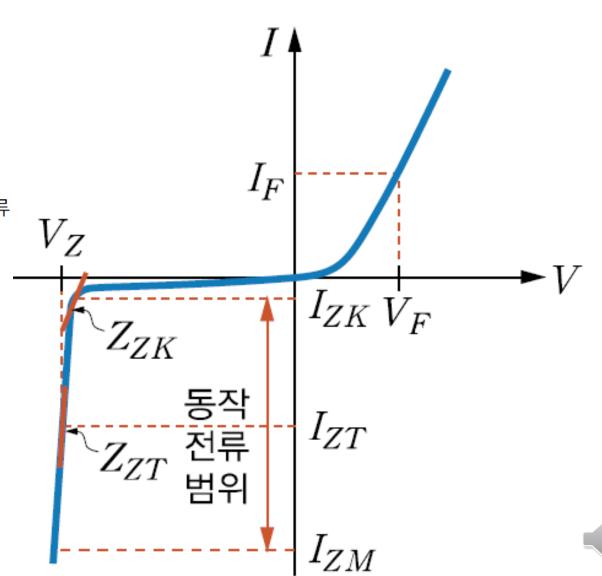
-  $I_R$  : 역방향 전압  $V_R$ 에서 최대 역방향 누설전류

 $-I_F$  : 순방향 전압  $V_F$ 에서 순방향 전류

 $-T_{J}$  : 허용 가능한 최대 접합 온도

-  $V_F$  : 순방향 전류  $I_F$ 에서의 순방향 전압강하

-  $I_{ZT}$  : 역방향 제너전류  $^{\mathsf{Test}}$  current



# 제너 다이오드

STEP 03

# 실험 진행하기



## 실험 진행하기

## Soongsil University

### [실험 장비]

장비명	수량	장비명	수량
DC 전원공급 장치	1대	멀티미터	2대



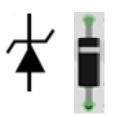
전원장치

### [실험 부품]

다이오드	제너 다이오드 1N4734
저항	$47\Omega$ , $100\Omega$ , $470\Omega$ , $1k\Omega$ , $3.3k\Omega$



전류측정







전압측정



# 제너 다이오드 전류-전압 특성

### 실험 4-1 | 제너 다이오드의 전류-전압 특성 측정하기

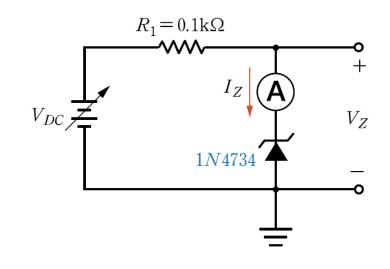
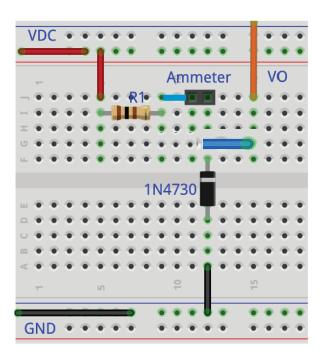


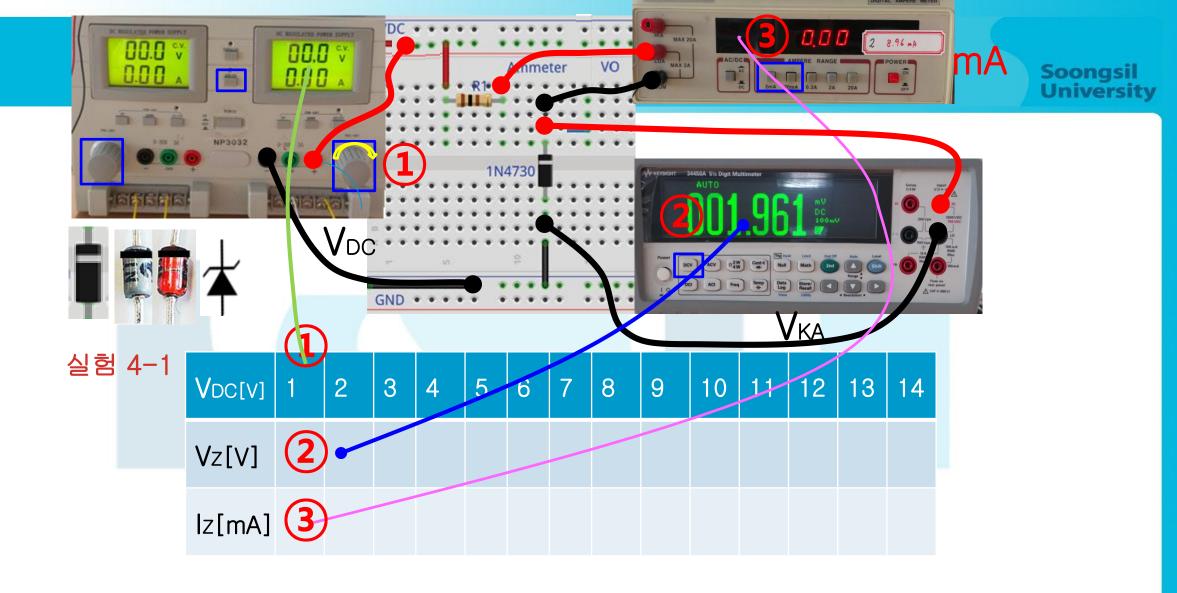


그림 4-7 제너 다이오드의 전류-전압 특성 실험회로



(b) 부품 배치도

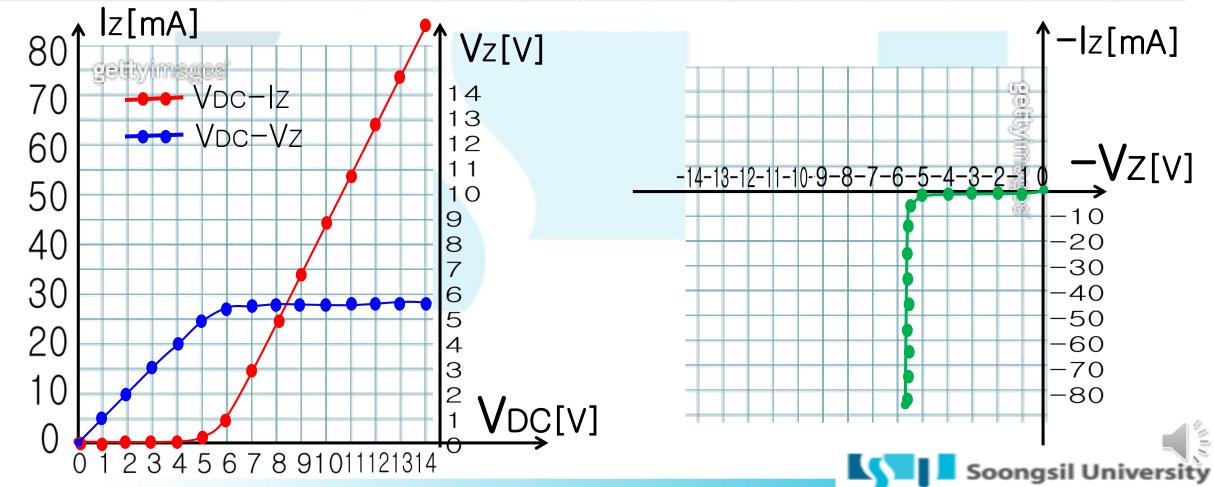




# 제너 다이오드 전류-전압 특성

#### Soongsil University

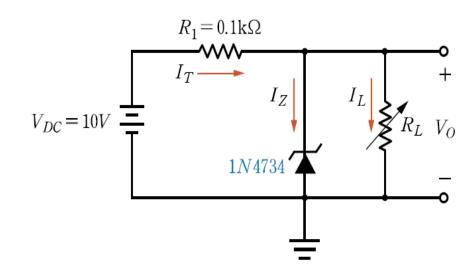
VDC[V]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Vz[V]	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	5.4	5.6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.7	5.7	5.8
lz[mA]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	4.9	13.7	24.3	33.6	43.7	53.2	63.4	72.8	83.9



# 제너 다이오드 정전압 회로

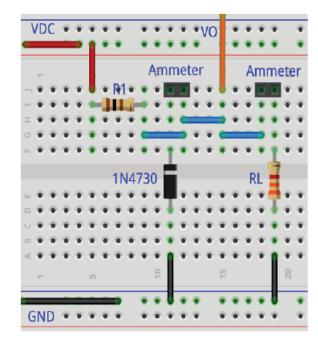
#### 실험 4-2 | 제너 다이오드를 이용한 정전압 회로의 특성 측정하기

■결과 보고서 ▶ [표 4-4] 작성



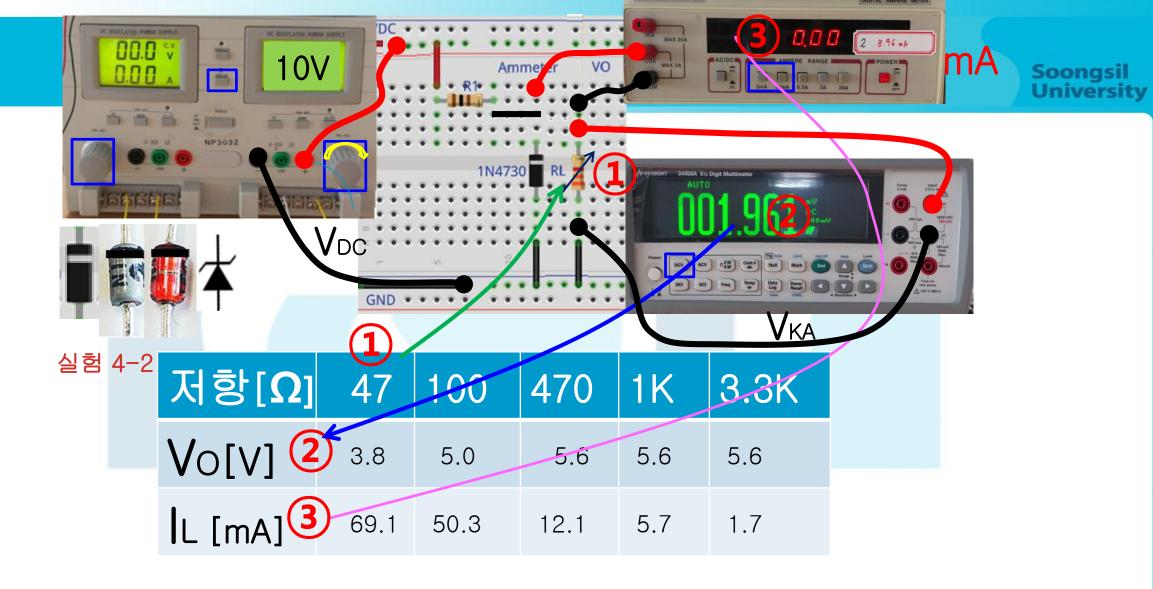
(a) 실험회로

그림 4-8 제너 다이오드를 이용한 정전압 회로의 특성 실험회로

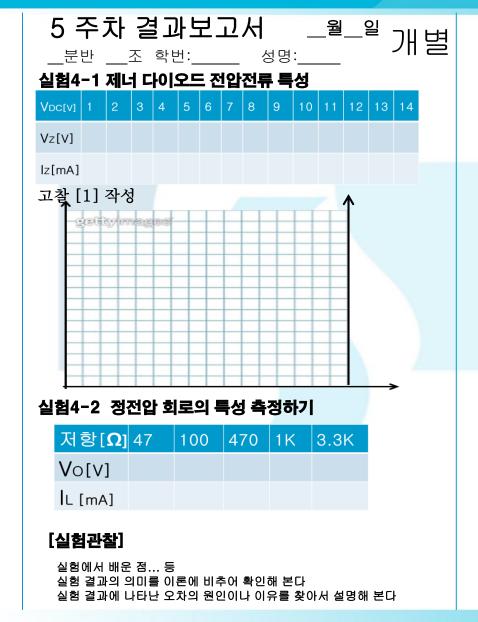


(b) 부품 배치도

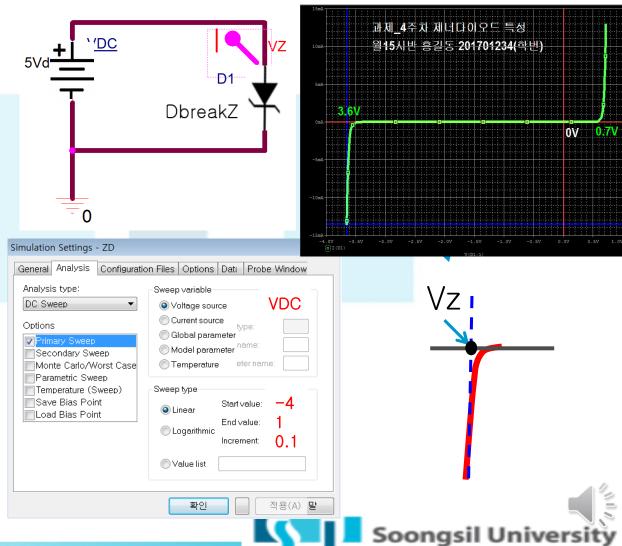








### Pspice 실행 후 과제 제출



Q&A

감사합니다.

