# **PSPICE 9.1 For Beginner**



## University of Ulsan Ahn Jin Ho 200019993

## 목차

1. 프로그램 설치 및 실행	3
2. 아이콘의 의미	5
3. 단축키	6
4. 피스파이스 표기법	6
실전 1)'R'과'DC 전원'이 있는 회로 시뮬레이션 (DC Bias 해석 )	7
실전 2)'R'과'AC 전원'이 있는 회로 시뮬레이션 ( TRANSIENT 해석 )	11
실전 3)'가변저항'과 'DC전원'이 있는 회로 시뮬레이션 ( PARAM 해석 )	16
실전 4)'저항'과'가변 DC전원'이 있는 회로 시뮬레이션 ( PARAM & DC SWEEP) -	18
실전 5)'가변 주파수 AC전원'이 있는 회로 시뮬레이션 ( AC SWEEP )	20
실전 6) 브릿지 전파 정류 회로 시뮬레이션 ( Diode 정류, TRANSIENT 해석)	21
실전 7) 가변 DC 전압원과 제너 다이오드 시뮬레이션 ( 제너전압 변경하기 )	22
실전 8) 트랜스포머의 시뮬레이션 ( 트랜스 포머 , TRANSIENT 해석 )	23
실전 9) 트랜지스터 회로 시뮬레이션 ( HFE(베타)값 바꾸기 )	24
실전 10) 디지털 회로 시뮬레이션 하기 (3 to 8 Decoder 설계)	26
5. 부록	28
5. 마치며	33

### 1. 프로그램 설치 및 실행

#### 1). 설치방법



· 위의 주소에서 PSPICE 9.1를 다운로드하여, SETUP을 실행 한다.





2). 실행해 보기



· Schematics를 클릭



· 위와 같이 실행이 되었다면 준비완료

## 2. 아이콘의 의미

D	New Schematics
<b>1</b>	Open Schematics
	Save
<b>a</b>	Print
ж	Cut
	Сору
Ē.	Paste
ŝ	Undo
2	Redo
<u>&gt;</u>	Redraw ( 화면이 지저분 해졌을 때 다시 그림 )
æ,	Zoom In
0	Zoom Out
<b>Q</b>	Zoom Area ( 네모 박스만큼 Zoom )
Q	Zoom To Fit Page ( 회로 전체를 화면에 맞도록 Zoom )
2	Draw Wire ( CTRL + W )
<u></u>	Draw Wire ( CTRL + B) 💥 Bus : 많이 사용되는 선들의 묶음
1	Draw a new block
<b>6</b>	Get New Part ( 부품을 라이브러리에서 가져옴 )
<b>_</b>	Get Recent Part ( 최근 사용한 부품 )
<b>1</b>	Edit attributes ( 더블 클릭과 같음)
ø	Edit Symbol ( 부품의 핀 배치, 모양 등을 바꿀 수 있음 )
	Setup Analysis
<b>1</b>	Simulate
None 🖵	Marker Color ( 시뮬레이션 될 V, I파형의 색상을 지정함 )
ø	Voltage Marker ( 시간에 따라 V, I가 변화하는 회로일 때 전압 측정, ex. L,C,AC )
P	Current Marker ( 시간에 따라 V, I가 변화하는 회로일 때 전류 측정, ex. L,C, AC )
V	Bias Voltage Display ( 시뮬레이션 후 DC Bias 전압 출력, ex. R )
I	Bias Current Display ( 시뮬레이션 후 DC Bias 전압 출력, ex. R )

※ 중요하다고 생각되는 것은 회색바탕으로 표시

## 3. 단축키 ( 회로를 그릴 때 사용하면 유용함 )

<u>U</u> ndo	Ctrl+Z
<u>R</u> edo	Ctrl+Y
Cut	Ctrl+X
Сору	Ctrl+C
Paste	Ctrl+V
Copy to Clipboard	
<u>D</u> elete	DEL
Select All	
<u>A</u> ttributes	
Label	Ctrl+E
Model,	
<u>S</u> timulus	
Symbol	
Text Propert <u>i</u> es	
Vie <u>w</u> s	
Convert <u>B</u> lock,,,	
R <u>o</u> tate	Ctrl+R
<u>F</u> lip	Ctrl+F
Align <u>H</u> orizontal	
Align <u>V</u> ertical	
R <u>e</u> place	
Fi <u>n</u> d	

R <u>e</u> peat	Space
<u>P</u> lace Part	Ctrl+P
<u>W</u> ire	Ctrl+W
<u>B</u> us	Ctrl+B
Bloc <u>k</u>	
<u>A</u> rc	
<u>C</u> ircle	
Bo <u>x</u>	
P <u>o</u> lyline	
<u>T</u> ext	Ctrl+T
Text Bo <u>x</u>	
<u>I</u> nsert Picture	
<u>G</u> et New Part,	Ctrl+G
<u>R</u> ewire	Ctrl+D

SIMULATE - F11

## 4. 피스파이스 표기법

Scale	Symbol	Name
10-15	F	femto-
10 <sup>-12</sup>	Р	pico-
10 <sup>-9</sup>	Ν	nano-
10 <sup>-6</sup>	U	micro-
25.4*10-6	MIL	
10-3	М	milli-
	С	$clock cycle^*$
10 <sup>+3</sup>	K	kilo-
10 <sup>+6</sup>	MEG	mega-
10 <sup>+9</sup>	G	giga-
10 <sup>+12</sup>	Т	tera-

## 주의) 10M 라고 표기하면, 10 Mega 가 아니고, 10 Milli가 됨.

- 5. 실전 예제
- 실전 1) 'R'과 'DC 전원'이 있는 회로 시뮬레이션. R1 R2



① File - New

- ② 🎦 (Get New Part) 클릭
- ③ 아래창에서 R을 치고, 더블클릭 (혹은 'Place & Close').

Part Browser Ba	isic
Part <u>N</u> ame:	
B	_
Description:	
resistor	
1	Close
RAM8Kx1break	Place
RAM8Kx8break Rbreak	
readme BOM32KX8break	Place & <u>C</u> lose
S Sbreak	Help
SIN	
SQRT	1
STIM1 STIM16	Libraries
STIM4 STIM8	Advanced >>
SUM	
Full List	

\* 아래와 같이 Advanced를 클릭하면, 부품 layout을 미리 볼 수있다.

Part Browser Basic		Part Browser Advan	ced
Part Name: 01179-00 Desception: zener diode	Advanced 클릭	Part Nome: Description: zener diode	Create New Part Litt
ONDERING Close ONTERENS DATTRenst DATTRenst DATTRenst DATTRenst DATTRenst DATTRenst DATTRenst DBS Place DBss P	Basic 클릭	Dittes Dutri Brook Dutri Brook Dutri Brook Dockresh Bist Dissek/V	Lkay CUPagean FlexUCAD_Dens/PSpr D? D1N750 Edi Synbol

⑤ 😱 클릭 후, VDC 라고 치고, 더블 클릭 (또는 Place & Close).

Part Browser Basic	
Part <u>N</u> ame:  vdd  Description:  Simple DC voltage source	
VAC VECTOR VEXP VIEWPOINT VPLOT1 VPLOT1 VPRINT1 VPRINT2 VPULSE VPWL_ENH VPWL_F.RE_FOREV VPWL_F.RE_FOREV VPWL_FILE VPWL_FILE VPWL_RE_FOREVEI VPWL_RE_TOREVEI VPWL_RE_N TIMES	Close Place Place & Close Help Libraries Advanced >>
Full List	

⑥ 아래와 같이 DC전원을 배치한다.



⑦ 선을 연결하기 위해 CTRL + W (Wire) 또는 🔽 클릭하고, 아래와 같이 연결한다.







*주의) GND\_ANALOG* 또는 *GND\_EARTH* 를 배치하지 않았을 때는 아래와 같은 메시지가 나타남.



\*\* Floating : '붕 떠있다'는 의미. 즉, GROUND가 없으니 전압 또는 전류의 기준을 잡을 수없다.

실전 2) 'R'과 'AC 전원'이 있는 회로 시뮬레이션 ( VR1 과 IR3 출력하기)



① 실전 1) 과 같이 저항을 배치한다.

- ② 위와 같이 VSIN (AC전원) 을 배치한다.
- ③ CTRL + W 를 누르고, 선을 연결한다.
- ④ GND\_EARTH 혹은 GND\_ANALOG 를 설치한다.
- ⑤ 저항값을 바꾼다.
- ⑥ V1을 더블클릭 한다.

DC	DC Bias 시뮬레이션 시에만 적용되는 값이다.
AC	AC Sweep을 할 때 사용, 이때 AC는 Vmax를 의미하며, AC Sweep할 때 는 아래의 t에 관한 파라메터는 무시된다.
- 아래는 t	에 관한 함수를 만들 때 사용 -
VOFF	직렬로 추가되는 DC 전압
VAMPL	AC 진폭
FREQ	주과수
TD	Sine wave의 시작 시간
DF	Damping Factor, 아래와 같이 시간에 따라 진폭이 작아지는 파형을 원할 때 사용, $VAMPL imese^{(rac{DF}{2})t}$



⑦  $V1 = 5sin120\pi t$ ,  $V2 = 10sin120\pi t$ 를 만들기 위해서는 각각 아래와 같이 기입한다.

< V1>	< V2 >
VOFF : 0	VOFF : 0
VAMPL : 5	VAMPL : 10
FREQ : 60	FREQ : 60
TD : 0	TD : 0
DF : 0	DF : 0
8 📄 (Setup .	Analysis)를 클릭한다

Analysis Setup						
Enabled		Enabled				
	<u>A</u> C Sweep		Options	( <u>C</u> lose		
	Load Bias Point		<u>P</u> arametric			
	<u>S</u> ave Bias Point		Se <u>n</u> sitivity			
	DC Sweep		T <u>e</u> mperature			
	Monte Carlo/Worst Case		Transfer <u>F</u> unction			
	<u>B</u> ias Point Detail		<u>T</u> ransient			
	Digital Setup					

Bias POINT Detail : DC Bias 해석을 하고 싶을 때 'V' 함. *(실전 1이 여기에 해당한다)* Transient Analysis : 시간(t)를 바꿔가며, 출력파형을 알고 싶을 때 사용. *(실전 2가 여기에 해당한다.)* 

※ DC Bias 해석 : 시간에 따라 결과가 바뀌지 않은 회로에 대해서 출력을 원할 때 사용하는 해석법이다. 그러므로 실전 1)은 DC Bias 해석을 한 것이다. 출력은 아래와 같이 **마더**마다 전류, 전압이 '**하나의 숫자'**로 표기 된다.



※ Transient 해석 : 시간(t)를 바꿔가며, 출력파형을 만든다.
 DC Bias처럼 하나의 숫자로 표현이 불가능하므로, 아래와 같이 '그래프'로 나오게 된다.



실전 1)의 경우는 기본으로 *DC Point Detail* 이 클릭 되어 있었기 때문에 DC Bias 해석이 되었던 것이다. 실전 2)의 경우는 시간에 따라 전압, 전류가 변화하는 회로이므로, *Transient 해석* 을 해야 한다.  ⑨ <u>M</u>arkers - Mark Voltage Differential을 클릭 => R1 양단 클릭(먼지 클릭 한 것이 '+') => Mark <u>C</u>urrent into Pin <sup>Q</sup> 클릭 => R3의 다리에 클릭(전류가 들어가는 쪽이 '+')

<u>M</u> arkers	<u>W</u> indow	<u>H</u> elp		
Mark <u>V</u>	oltage/Lev	/el	Ctrl+M	
Mark V	oltage <u>D</u> iffe	erential		
Mark <u>C</u> urrent into Pin				
Mark <u>A</u> dvanced				
C <u>l</u> ear A	.II			
<u>S</u> how All				
S <u>h</u> ow Selected				

	Mark Voltage Differential	<i>두 점</i> 사이의 전압을 측정할 때 사용 (아이콘에 없음)
ø	Mark Voltage/Level	GND와 <b>한 점</b> 사이의 전압을 측정
P	Mark Current into Pin	<i>전류</i> 측정 ( <i>주의</i> : 부품 다리에 붙여야 함)



					Transient 🛛 🗙
					Transient Analysis
					Print Step: 100us
Analus	is Setun				Einal Time: 0.1s
Enabled		Enabled			No-Print Delay:
	AC Sweep		Options	<u>C</u> lose	Step Ceiling:
	Load Bias Point		<u>P</u> arametric		🔲 Detailed Bias Pt.
	<u>S</u> ave Bias Point		Se <u>n</u> sitivity		Skip initial transient solution
	<u>D</u> C Sweep		T <u>e</u> mperature		Fourier Analysis
	Monte Carlo/Worst Case		Transfer <u>F</u> unction		Enable Fourier
•	<u>B</u> ias Point Detail		Iransient		Center Frequency:
	Digital Setup	1	$\sim$		Number of <u>h</u> armonics:
	· · ·	·	_클릭!!		Output Vars.:
					OK Cancel

⑩ *Transient...* 을 클릭, 100us와 0.1s 입력한다.

Print Step	파형의 해상도 (몇 초 간격으로 점을 찍는가를 나타냄)
Final Time	시뮬레이션 종료 시간
No-Print Delay	시뮬레이션 시작 시간

\* Fourier Analysis는 출력 화면에서 볼 수 있으므로 생략하고, 나머지 옵션은 불필요하다.

① 🔀 (Simulate)를 클릭한다.

Lines (1)	
10ee	$\bigwedge_{i=1}^{n}$
Films	
tion.	
Eller	
0 Tax	
Time	
POwer.	
Plac	
1 Times	]

12 위와 같이 나온다.



(1) FFT : Fourier Transform한 결과를 보여준다. (주파스 스펙트럼)
(2) ADD TRACES : 수학적인 연산 후 그래프를 그림.



※ Sin, Cos은 물론, PWR, RMS, log, db등 여러 가지 연산자가 있다.

(3) Evaluate Goal Function : 파형을 분석하는 함수들이 아래와 같이 존재한다.



Irace Expression [ Leb ] (4) *toggle cursor* 를 클릭하면, (5) 최대값, 최소값 등을 찾아줌.

(6) 현재 위치의 좌표값을 아래와 같이 찍어줌 ( *toggle cursor* 을 클릭 했을 때 사용가능 )



※ 프린터 출력시에 위와 같이 검정색 바탕이라 잉크가 많이 든다.
 이때 File - Print preview 를 클릭, 흰색 바탕에 검은색 그래프가 생길 것이다.
 키보드의 insert키 위에 있는 Print Screen 를 누른 후, 그림판 에서 CTRL+V 한 후 필요부분만 잘라 서 복사 후 한글에서 붙여서 출력하면 된다.

실전 3) '가변저항'과 'DC전원'이 있는 회로 시뮬레이션 ( VR1 출력하기)



※ 안타깝게도 가변저항은 실제로 존재하지 않는다.
다행히, 구현하는 방법이 있다. 따라하고 나면 아무것도 아님을 알게될 것이다.

① 아래와 같이 회로를 그린다.



② 변화시키고 싶은 값을 더블 클릭하고, 변수이름을 아래의 형식으로 지정한다.
 형식 : {변수이름}

여기서는 Variable R을 줄임말로 Var\_R을 사용하겠다. (변수이름은 아무거나 사용해도 무관함) ③ 부품 중에 PARAM 을 치고, 아무 곳에 배치한다. (선을 연결할 필요 없음)

④ PARAM 부품에 가서 더블클릭 한다.

PM2 PartName: PARAM	
Name         Value           REFDES         =         PM2	Save Attr
PEFDES=PM2     TEMPLATE=.PARAM @NAME1=@VALUE1 #NAME2/@N4     NAME1=Var_R     NAME2=     NAME3=     VALUE1=1     VALUE2=	C <u>h</u> ange Display <u>D</u> elete
<ul> <li>✓ Include Ngn-changeable Attributes</li> <li>✓ Include System-defined Attributes</li> </ul>	<u>O</u> K Cancel

⑤ 위와 같은 창에서 NAMEI에 Var\_R 을 입력, VALUEI에 1 입력 NAME은 위에서 지정한 이름과 동일해야 하며, 괄호{}를 사용하지 않는다. VALUEI은 실제로 결과에는 영향을 미치지 않으며, DC Bais 시뮬레이션을 위한 값이다. ⑥ 아래와 같이 ☑ Mark voltage/Level을 클릭하여, R1위에 클릭.
 (Mark Voltage/Level은 기준이 GROUND이므로, 한점만 찍으면 된다)



⑦ 🥅 (Setup Analysis) 클릭, 아래와 같이 기입.

					DC	Sweep		
					Γ	Swept Var. Type	<u>N</u> ame:	Var_R
Analys	is Setup			×		C <u>T</u> emperature C <u>C</u> urrent Source Model Parameter	Model Type: Mod <u>e</u> l Name:	
Enabled	AC Sweep	Enabled	Options	<u>C</u> lose		<ul> <li><u>G</u>lobal Parameter</li> </ul>	Param. Name:	
	Load Bias Point Save Bias Point		Parametric Se <u>n</u> sitivity		Γ	Sweep Type • Linear	Sta <u>r</u> t Value:	1
	DC Sweep		T <u>e</u> mperature Transfer Function			C <u>D</u> ctave <u>D</u> ecade	End V <u>a</u> lue: Increment:	1 1
	Bias Point Detail		Iransient		L	○ Value Li <u>s</u> t	Val <u>u</u> es:	
	Digital Setup					Nested S <u>w</u> eep	OK	Cancel

- \* Bias Point detail 과 Transient 는 불필요하므로, 체크를 없앤다.
- ※ 위와 같이 하면 *Var\_R* 이라는 변수의 *값을 1부터 1000까지 1씩 증가* 하여 시뮬레이션. ⑧ 🙀 클릭하여, 시뮬레이션 한다.



※ x축 단위가 V라고, 되어있지만, 실지로는 Ohm이 된다.
이는 우리가 Global Parameter(전역 파라미터)로 지정했기 때문에, 변수로 저항이 될 수있고, 전압이 될 수도 있기 때문에 그냥 V로 표기 한 것으로 보인다.
즉, 위와 같은 방법으로, 가변 DC전압 도 가능하다.

실전 4) '저항'과 '가변 DC전원'이 있는 회로 시뮬레이션 ( IR1 출력하기)

※ 과정은 실전 3)과 같다. 다만 DC 전원값에 변수를 넣으면 된다. 여기서는 변수이름을 {Var\_V} 로 하였다. 과정이 실전 3)과 동일하므로 생략한다.



#### 가변 DC 전원 더 쉽게 만드는 방법 : DC SWEEP 이용하는 방법.



- \*\* Voltage Source : Voltage Source를 가변할 것이다. Linear : 선형적으로 변화 시킬 것이다. Name : 전압원의 이름을 적는다 ( 위에 회로에서 알 수 있듯이 VDC 전원 이름은 'V2') 파라메틱 해석은 변수이름을 적었지만, 여기서는 부품의 이름을 적는다.
  - Start Value : 시작 전압
  - End Value : 마지막 전압
  - Increment : 증가치

그리고 저장 후에 시뮬레이션을 돌리면, 파라메틱 해석을 한 것과 같은 결과가 나타난다.

#### 실전 5) '가변 주파수 AC전원'이 있는 회로 시뮬레이션 ( Vu 출력하기)



왼쪽처럼, L과 R이 있는 회로에서 AC의 Vmax는 5V로 고정 시 키고, 주파수를 10~100Khz 까지 변화시켜보며, VL1을 측정한다.

① AC 전원은 VAC 를 사용한다.

\*\* 주의 : 시간(t)에 따른 변화를 알고 싶을 때는 VSIN 사용, 주파수의 변화에 따라 결과를 보고 싶을 때는 VAC 또는 VSIN 사용. VSIN의 경우는 t에 관한 것은 물론, DC, AC Sweep 모두 가능하다. (AC Sweep의 경우는 VAC가 사용하기 편하다.)

100mH<sub>②</sub> VAC를 더블클릭 하여, 아래와 같이 ACMAG 최대값을 5V로 준다.



③ 위와 같이 모든 회로를 완성한다. (인덕터는 L 로 검색하면 된다)

④ 🔄 (Setup Analysis) 클릭, AC Sweep을 선택한 후, 오른쪽 창처럼 기입한다.

					AC Sweep and Noise Analysis
Analys	is Setup			X	AC Sweep Type Sweep Parameters
Enabled		Enabled			Total Pts.: 1000
	AC Sweep		Options	Close	C Octave Start Freq.: 10
Г	Load Bias Point		Parametric		C Decade End Freq.: 100k
Г	Save Bias Point		Sensitivity		Noise Analysis
Г	DC Sweep	Г	T <u>e</u> mperature	İ	Output Voltage:
	Monte Carlo/Worst Case		Transfer <u>F</u> unction	1	IN I
	<u>B</u> ias Point Detail		<u>I</u> ransient	j	Interval:
	Digital Setup				OK Cancel

⑤ 시뮬레이션 하면, 주파수에 따른 전압이 나타나게 된다.

\*\* AC Sweep : 주파수 응답. (VAC - 전압원, VSIN - 전압원, IAC - 전류원) DC Sweep : R, VDC 등을 바꿔가면서 응답을 찾음.



실전 6) 브릿지 전파 정류 회로 시뮬레이션 (Vin, Vout 출력하기)



- ① VSIN, D1n4002, C, R 을 사용해서 위와 같이 배치를 하고, 소자의 값을 넣는다.
   (VAC 는 f = 60hz, Vmax = 12V로 한다)
- ② GND는 어디를 해도 상관은 없지만, 실지로 필요한 부분은 DC전압이기 때문에, 정류된 이후에 GND를 잡았다.
  - V1 측정시는 양단의 전압을 측정해야 한다.( Menu -> Markers -> Mark voltage differencial )
  - ※ Mark voltage/level로 했을 때는 GND를 기준으로 전압을 측정하기 때문에 V1전압이 실제 전압과 다소 다르게 나타난다.
  - *Vout*은 ₯Mark voltage/level로 측정한다.
- ③ 실전 2)와 같이 Transient 해석을 한다.







<제너다이오드는 : 20V짜리 사용, VDC는 DC Sweep 1V ~ 100V까지 변화)

위와 같이 제너는 *D1N750* 을 사용한다. (모양이 제너 다이오드면 아무거나 가능)
 제너전압을 설정한다.

*제너다이오드 클릭 -> Edit -> Model -> Edit instance Model(text).. -> Bv = 20* ※ 20은 제너전압을 의미한다.

- ③ DC Sweep으로 1볼트부터 100볼트까지 설정한다. (실전 4 참조)
- ④ 시뮬레이션 (F11키 ) 한다.



 $\begin{array}{c|c} & \mathbb{R}1 \\ & \mathbb{R}1 \\ & \mathbb{R}2  

실전 8) 트랜스포머의 시뮬레이션 (N1 : 200, N2 : 100, Vin = 314 V, 60 Hz)

- ① 위와 같이 VSIN, K502T300\_3C8, R를 사용하여 회로를 그린다.
- ② *VSIN*는 314V, 60Hz로 설정한다.

VI PartName: vsin	
Name         Value           REFDES         =         V1	Save Attr
V0FF=0 VAMFL=314 FRE0=60 TD=0 DF=0 PHASE=0 SIMULATIONONLY=	<ul> <li><u>Change Display</u></li> <li><u>D</u>elete</li> </ul>
<ul> <li>✓ Include Ngn-changeable Attributes</li> <li>✓ Include System-defined Attributes</li> </ul>	<u>Q</u> K Cancel

③ TX1을 더블클릭 하여, Coupling = 1, L1\_Turns = 200, L2\_Turns = 100 으로 설정



※ coupling은 결합정도라고 볼 수 있는데, '1'은 손실 없이 2차측에 전달된다는 의미.

#### ④ *R1은 1u [Ohm]*으로 사용했다.

내부저항으로 생각하면 되는데, 실제 1옴만 넣어도 파형의 오차가 심해진다.

거의 이상적이라 생각하고, lu로 지정한다.

만약 저항을 넣지 않으면, 전원에 coil이 바로 연결된 상태라서 Error가 난다.

#### ⑤ 그라운드는 GND\_ANALOG 와 GND\_EARTH 를 동시에 사용한다.

트랜스 입력측과 출력측은 전기적으로 아무런 커플링이 없다. 단지 자기적으로 커플링 된 상 태. 각각 다른 그라운드를 취해야 한다.



⑥ Transient 해석으로 시뮬레이션 한다.
 (실전 2참조)

실전 9) 트랜지스터 회로 시뮬레이션 (HFE(베타)값 바꾸기)



① 트랜지스터 모양의 소자를 아무것이나 사용한다. 여기서는 *Q2N2222* 를 사용했다.
 ② *VSIN*은 아래와 같이 입력한다. (1m + 1mSin(wt), F = 1Khz)

V5 PartName	vsin	X
Name	Value	
VOFF	=  1m	Save Attr
* REFDES=V5 * TEMPLATE=V^@	REFDES %+ %- ?DCIDC @DCI ?ACIAC @	Change Display
DC= AC=		Delete
VOFF=1m		
FREQ=1k	×	
🖂 lu skula Navaska		пк (
Include Non-chai	ngeable Attributes	
I▼ Include System-d	efined Attributes	Cancel

③ TR을 배치하고, *베타(Hfe)값을 50으로 바꾸기* 위해 아래와 같이 한다.
 TR을 클릭 → Edit → Model → Edit Instance Model (Text)... → Bf = 50
 (Bf의 뜻은 Beta of Forward 정도의 해석일 것이다 )

④ Transient 해석으로 시뮬레이션 한다.



FET와 OP-AMP도 위와 같은 방법으로 가능하므로 생략한다.

## 10) 디지털 회로 시뮬레이션 하기 (3 to 8 Decoder 설계)

아래와 같은 결과가 나오도록 설계하여, 시뮬레이션 돌려라.

С	В	А	YO	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

 $\begin{array}{l} \mathrm{Y0} \,=\, \overline{\overline{A}\overline{B}\overline{C}} \,\,,\,\, \mathrm{Y1} \,=\, \overline{\overline{A}\overline{B}\overline{C}} \,\,,\,\, \mathrm{Y2} \,=\, \overline{\overline{A}B\overline{C}} \,\,,\,\, \mathrm{Y3} \,=\, \overline{\overline{A}B\overline{C}} \\ \mathrm{Y4} \,=\, \overline{\overline{\overline{A}\overline{B}C}} \,\,,\,\, \mathrm{Y5} \,=\, \overline{\overline{A}\overline{B}C} \,\,,\,\, \mathrm{Y6} \,=\, \overline{\overline{\overline{A}BC}} \,\,,\,\, \mathrm{Y7} \,=\, \overline{\overline{ABC}} \end{array}$ 

※ Decoder의 경우는 모든 경우의 수에서 다른 출력이 나오기 때문에, 카르노 맵을 활용해 서 간소화를 할 수가 없다. 그래서 위와 같은 출력식이 나온다.



3개 입력 NAND는 7810, 디지털 입력은 STIM1, 출력은 GLOBAL을 이용 위와 같이 그린다.
 STM1을 더블클릭 하면 아래와 같은 창이 나타난다. 입력형식은 3가지가 있다.

DSTM2 PartName: stim1	
Name     Value       TIMESTEP     =	<u>S</u> ave Attr
TIMESTEP=            COMMAND1=0s 0            COMMAND2=0.1 1            COMMAND3=0.2 0            COMMAND4=0.3 1            COMMAND5=0.4 0            COMMAND6=	C <u>h</u> ange Display
<ul> <li>✓ Include Ngn-changeable Attributes</li> <li>✓ Include System-defined Attributes</li> </ul>	<u>O</u> K Cancel

형식 1) 위와 같이 형식은 *"시간 그리고 0 또는 1"*이 온다.

x PartName: STIM1	X
Name         Yalue           TIMESTEP         =           TIMESTEP=1         ▲           COMMAND1=0us 0         ▲           COMMAND2=+0.2us 1         ▲           COMMAND3=-0.2us 0         ▲           COMMAND5=-0.2us 1         ▲           COMMAND5=-0.2us 0         ▲           COMMAND5=-0.2us 1         ▲           COMMAND5=-0.2us 1         ▲	Save Attr Change Display Delete
<ul> <li>✓ Include Non-changeable Attributes</li> <li>✓ Include System-defined Attributes</li> </ul>	<u>O</u> K Cancel

형식 2) '+'는 시간의 *증가분* 을 의미한다.



형식 3) 출력 0.1초간격으로 반전 ( 무한 루프 형식 )

우리는 형식 3)처럼 무한 루프형식으로 넣도록 한다.





③ GLOBAL을 더블 클릭 하여, 위의 회로처럼 출력핀의 이름을 지정한다.

④ Transient 해석을 통해, 시뮬레이션 한다.

## 5. 부록

### - 수치관련 표기법

Scale	Symbol	Name
10-15	F	femto-
10-12	Р	pico-
10 <sup>-9</sup>	Ν	nano-
10 <sup>-6</sup>	U	micro-
25.4*10-6	MIL	
10-3	М	milli-
	С	clock cycle <sup>*</sup>
10 <sup>+3</sup>	K	kilo-
10 <sup>+6</sup>	MEG	mega-
10 <sup>+9</sup>	G	giga-
10 <sup>+12</sup>	Т	tera-

시간 관련 표현: **S, MS, US, NS, PS** 

저항표기법 **k and meg,** 10k and 10meg. 잘못된표기) 10M 는 10 Milli-ohms를 의미한다.

- 함수와 의미

Function <sup>*</sup>	Meaning	Comments
ABS(x)	x	
ACOS(x)	arccosine of x	-1.0 <= x <= +1.0
ARCTAN(x)	tan <sup>-1</sup> (x)	result in radians
ASIN(x)	arcsine of x	-1.0 <= x <= +1.0
ATAN(x)	tan <sup>-1</sup> (x)	result in radians
ATAN2(y,x)	arctan of (y/x)	result in radians
COS(x)	cos(x)	x in radians
COSH(x)	hyperbolic cosine of x	x in radians
DDT(x)	time derivative of x	transient analysis only
EXP(x)	e <sup>x</sup>	
IF(t, x, y)	x if t=TRUE y if t=FALSE	t is a Boolean expression that evaluates to TRUE or FALSE and can include logical and relational operators (see <u>Command line options for</u> <u>OrCAD applications</u> ). X and Y are either numeric values or expressions. For example, {IF ( $v(1)$ <thl, <math="">v(1), <math>v(1)</math>*<math>v(1)</math>/THL)} Care should be taken in modeling the discontinuity between the IF and ELSE parts, or convergence problems can result.</thl,>
IMG(x)	imaginary part of x	returns 0.0 for real numbers
LIMIT(x,min,ma x)		result is min if $x < \min$ , max if $x > \max$ , and $x$ otherwise
LOG(x)	ln(x)	log base e
LOG10(x)	log(x)	log base 10
M(x)	magnitude of x	this produces the same result as ABS(x)
MAX(x,y)	maximum of x and y	
MIN(x,y)	minimum of x and y	
P(x)	phase of x	returns 0.0 for real numbers

Function <sup>*</sup>	Meaning	Comments
PWR(x,y)	$ x ^{y}$ or, $\{x^{**}y\}$	the binary operator ** is interchangeable with PWR(x,y)
PWRS(x,y)	$ x ^{y}$ (if x>0), $ x ^{y}$ (if x<0)	
R(x)	real part of x	
SDT(x)	time integral of x	transient analysis only
SGN(x)	signum function	
SIN(x)	sin(x)	x in radians
SINH(x)	hyperbolic sine of x	x in radians
STP(x)	1 if x>0.0 0 if x<0.0	The unit step function can be used to suppress a value until a given amount of time has passed. For instance, {v(1)*STP(TIME-10ns)} gives a value of 0.0 until 10ns has elapsed, then
CODT()	1/2	gives $v(1)$ .
SQRT(x) TAN(x)	$x^{-2}$	x in radians
TANH(x)	hyperbolic tangent of x	x in radians
TABLE $(x,x_1,y_1,x_2,y_2,,x_n,y_n)$		Result is the y value corresponding to x, when all of the $x_n, y_n$ points are plotted and connected by straight lines. If x is greater than the max $x_n$ , then the value is the $y_n$ associated with the largest $x_n$ . If x is less than the smallest $x_n$ , then the value is the $y_n$ associated with the smallest $x_n$ .

<sup>\*</sup> Most numeric specifications in PSpice allow for arithmetic expressions. Some exceptions do exist and are summarized in your PSpice user's guide. There are also some differences between the intrinsic functions available for simulation and those available for waveform analysis. Refer to your PSpice user's guide for more information about waveform analysis.

#### PART ABBREVIATIONS

resistance <b>R</b>	R1 
capacitor <b>C</b>	C1 . 
inductor <b>L</b>	
Current-controlled current source ${m F}$	
current-controlled voltage source $oldsymbol{H}$	
ground, analog <b>AGND</b>	
ground, Earth EGND	<u> </u>
source, AC/DC current <b>ISRC</b>	
source, AC current <b>IAC</b>	
source, transient sine current <b>ISIN</b>	
terminal <b>BUBBLE</b>	0
voltage-controlled current source ${f G}$	
voltage-controlled voltage source $oldsymbol{\mathcal{E}}$	

기타 Transient 해석에 필요한 부품들.

*a. VSIN, ISIN*: sinusoidal voltage or current source. Typical voltage waveform: *V*(*t*) = 5sin(2000*t* + 30).

*b. VEXP, IEXP :* can be used to create an exponential waveform. Typical current waveform:  $I(t) = 5(.\exp(t / c))$ .

c. VPULSE, IPULSE : pulse waveform, used to create square waveforms.

d. VPWL, IPWL : used to create an arbitrary waveform made up of traight lines.

e. VSFFM, ISSFM: used to create a frequency-modulated sine wave.

*f. Vsq* : a square wave voltage source. This source uses the pulsed voltage source to make a square wave. It is a special case of VPULSE.

*g. Vtri*: a triangle wave source. This source uses the pulsed voltage source to make a triangle wave. It is also a special case of VPULSE. *h. VRAMP*: a saw tooth voltage source. This source uses the pulsed voltage source to make a saw tooth wave. It is also a special case of VPULSE.

## 6. 마치며...

이 자료는 울산대학교 전자공학을 듣는 2학년 학생들을 위해 만든 자료입니다. 저도 피스파이스에 대해 완벽히 모르기 때문에, 틀린 부분이 간혹 있지 않을까 생각합니다. 틀린 부분이 발견될 시 리플 달아주세요. 고쳐서 다시 올려드리겠습니다.

실전 1~10)은 제가 이제까지 꼭 필요하다고 생각되던 부분에 대해서 직접 시뮬레이션 돌려 보면서 워드작 업을 한 것입니다. 차근차근 따라하다 보면, Feeling이 뇌리를 스치게 될 것입니다. 여기에 없는 부분은 인터넷 검색 또는 책에서 습득하시기 바랍니다.

아인슈타인이 이런 말을 했습니다. **"나는 천재가 아니라, 호기심이 많은 것이다."** 질문은 언제나 환영입니다.

된다고 하는 사람, 되지 않는다고 하는 사람 모두 맞는 말이다. 모두 다 그렇게 되기 때문이다. - **3%** 안에 들기 中 -

#### 울산대학교 4학년 안진호