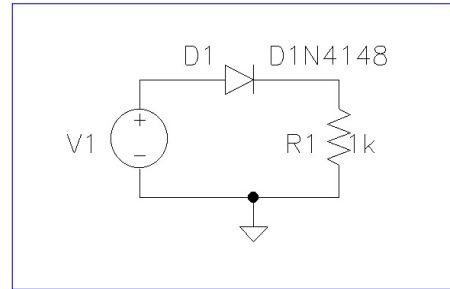


능동소자 검증회로

다이오드의 전압 전류 특성 곡선

■ 회로개요

본 회로는 다이오드의 전압 전류특성을 알아보기 위한 회로이다. 시뮬레이션을 통해 다이오드 양단의 전압과 다이오드를 흐르는 전류에 대해 알아보자.



■ 문제

1. 다이오드의 전압 전류 특성 곡선을 구하고, 다이오드의 턴온(turn on)전압을 구하라.

■ 시뮬레이션 조건

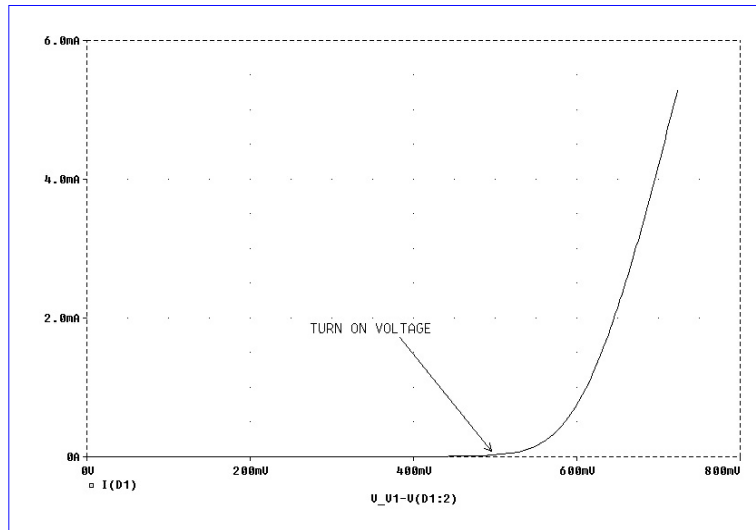
다이오드 : D1N4148

해석방법 : DC analysis

→ 입력전원 V1을 0에서 1V까지 DC SWEEP

■ 시뮬레이션 결과

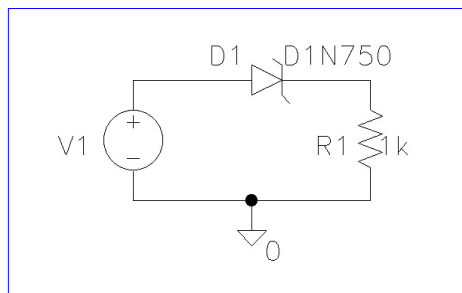
다이오드는 약 0.5V에서 턴온이 되며 그 뒤 다이오드에 흐르는 전류는 인가전압 V1에 지수함수적으로 비례하여 증가한다.



제너 다이오드의 전압 전류 특성

회로 개요

본 회로는 제너 다이오드의 전압 전류 특성을 알아보는 회로이다. 이를 통하여 다이오드 양단의 전압이 음일 때 전류의 특성을 알아본다.



문제

1. 제너 다이오드의 전압 전류 특성을 조사하라. (특히, 다이오드 양단의 전압이 음일 때를 확인하라.)

시뮬레이션 조건

다이오드 : D1N750

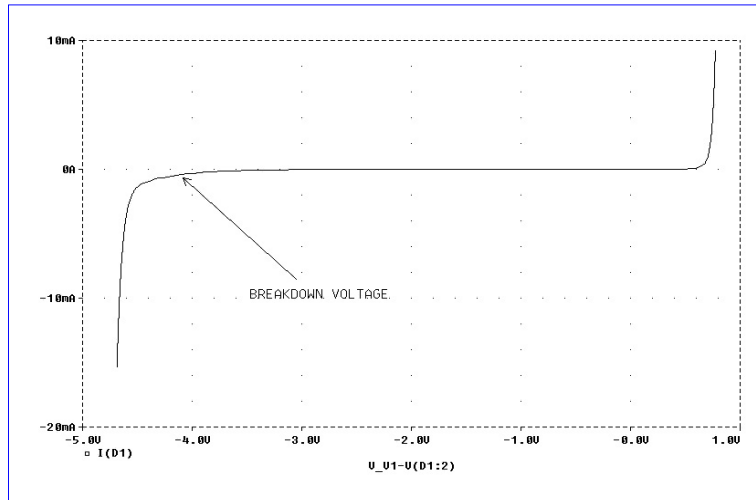
해석방법 : DC analysis

→ 입력전원 $V1$ 을 -20V에서 10V까지 DC SWEEP

시뮬레이션 결과

다이오드 양단의 전압이 양일 때는 일반 다이오드와 같은 특성을 가지나 양단의 전압이 음일

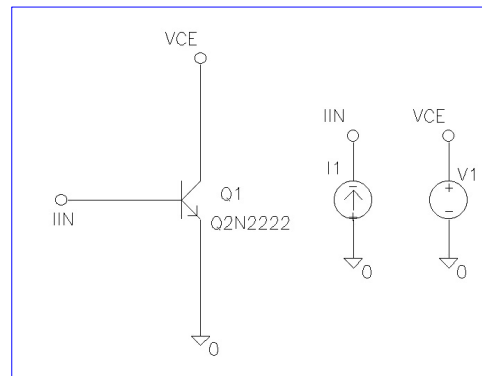
경우 $-4V$ 정도에서 다이오드는 반대로 턴온이 되어 전류가 반대방향으로 흐르기 시작하며 그 뒤는 다이오드 양단의 전압과 비례하여 증가한다.



NPN bipolar junction diode의 입출력 특성

■ 회로개요

본 회로는 BJT 트랜지스터의 입출력 특성을 구하기 위한 회로이다. 시뮬레이션을 통해 npn BJT 트랜지스터의 입출력 특성 곡선을 알아본다.



■ 문제

1. 베이스 전류의 변화에 따른 컬렉터 - 에미터 양단의 전압과 컬렉터 전류와의 관계 그래프를 구하라.

■ 시뮬레이션 조건

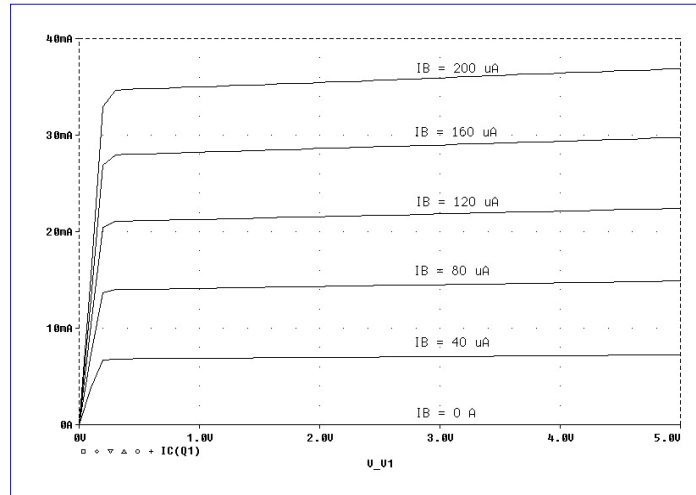
트랜지스터 : Q2N2222

해석 방법 : 입력전원 V1은 0에서 5V까지 DC SWEEP

입력전원 I1은 0에서 200uA까지 PARAMETRIC 해석

■ 시뮬레이션 결과

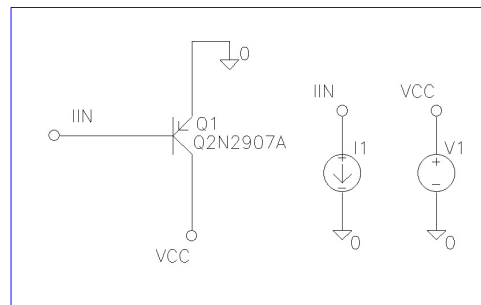
베이스 전류가 40uA, VCE가 약 200mV일 때 forward-active 영역으로 들어간다.



PNP bipolar junction transistor의 입출력 특성 곡선

■ 회로개요

본 회로는 pnp 다이오드의 입출력 특성곡선을 알아보기 위한 회로이다. 시뮬레이션을 통해 입출력 특성을 알아본다.



■ 문제

1. 베이스 전류의 변화에 따른 에미터와 컬렉터 양단의 전압과 컬렉터 전류와의 관계 그래프를 구하라.

■ 시뮬레이션 조건

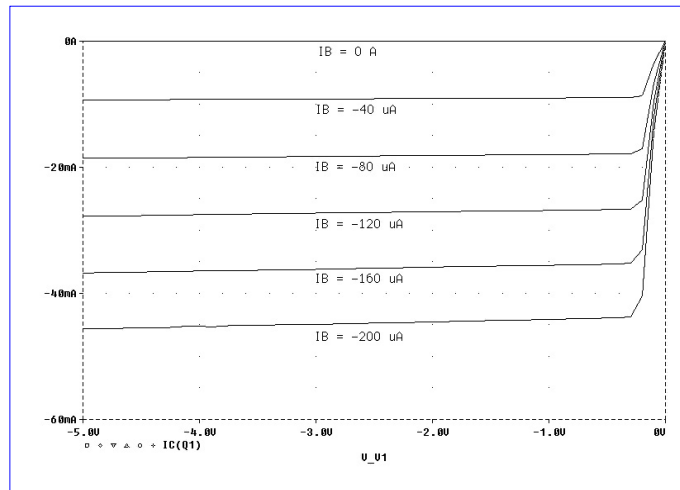
트랜지스터 : Q2N2907A

해석 방법 : 입력전원 V1을 0에서 -5V까지 DC SWEEP

입력전원 I1을 0에서 -200uA까지 PARAMETRIC 해석

■ 시뮬레이션 결과

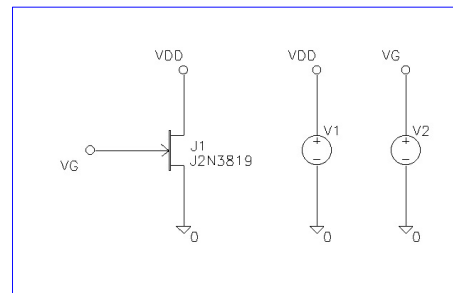
베이스 전류가 40uA, VCE가 -200mV일 때 forward-active 영역으로 들어간다.



N-channel JFET의 입출력 특성 곡선

■ 회로개요

본 회로는 n-channel JFET의 전압 전류 특성을 알아보기 위한 회로이다. 시뮬레이션을 통해 n-channel JFET의 전압 전류 특성을 알아본다.



■ 문제

1. n-channel JFET의 입출력 특성 곡선을 구하고 드레인 전류가 0이 되는 게이트의 전압을 구하라.

■ 시뮬레이션 조건

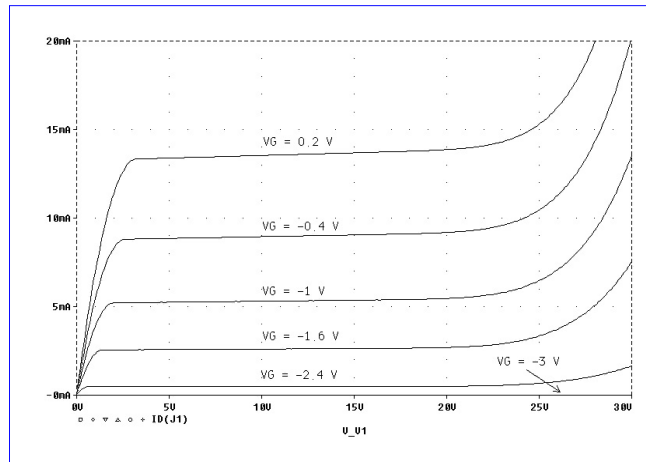
트랜지스터 : J2N3819

해석 방법 : 입력전원 V1을 0에서 30V까지 DC SWEEP

입력전원 V2를 0.2에서 -3V까지 PARAMETRIC 해석

■ 시뮬레이션 결과

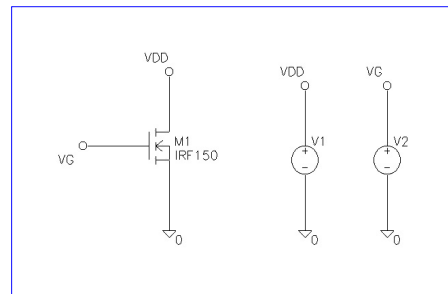
게이트 전압이 -3V보다 적으면 드레인 전류는 0이 되며 이 값을 핀치오프 전압(pinch-off volage)이라 한다.



N-channel MOSFET의 전압 전류 특성

■ 회로개요

본 회로는 n-channel MOS FET의 전압 전류 특성을 알아보기 위한 회로이다. 시뮬레이션을 통해 n-channel enhancement MOSFET의 전압 전류 특성을 알아본다.



■ 문제

1. n-channel MOSFET의 전압 전류 특성곡선을 구하고 문턱 전압(threshold voltage)을 구하라.

■ 시뮬레이션 조건

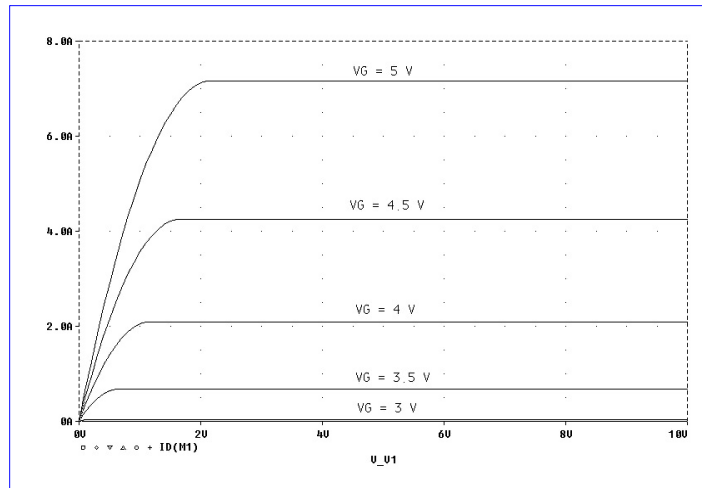
트랜지스터 : IRF150

해석 방법 : 입력전원 V1을 0에서 10V까지 DC SWEEP

입력전원 V2를 2.5V에서 5V까지 PARAMETRIC 해석

■ 시뮬레이션 결과

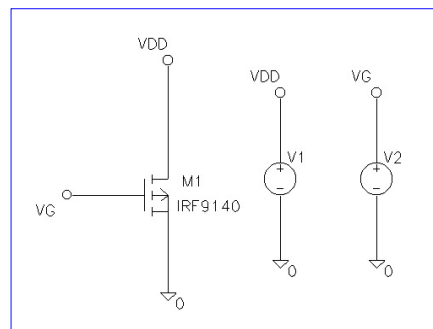
게이트 전압이 4V일 때 드레인 소스 양단전압이 약 1V 정도에서 트랜지스터가 포화 영역으로 들어가고, 문턱 전압은 3V이다.



P-channel enhancement MOSFET의 전압 전류 특성

■ 회로개요

본 회로는 p-channel enhancement MOSFET의 전압 전류 특성을 알아보기 위한 회로이다. 시뮬레이션을 통해 p-channel enhancement MOSFET의 전압 전류 특성을 알아본다.



■ 문제

1. P-channel enhancement MOSFET의 전압 전류 특성곡선을 구하고 문턱전압을 구하라.

■ 시뮬레이션 조건

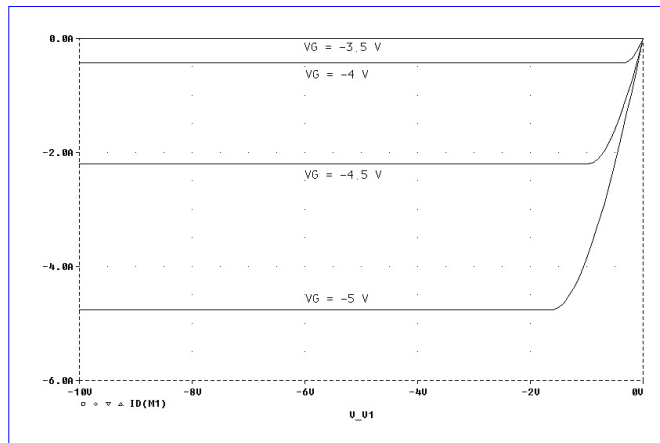
트랜지스터 : IRF9140

해석방법 : 전원 V1을 0에서 -10V까지 DC SWEEP

전원 V2를 -3.5V에서 -5V까지 PARAMETRIC 해석

■ 시뮬레이션 결과

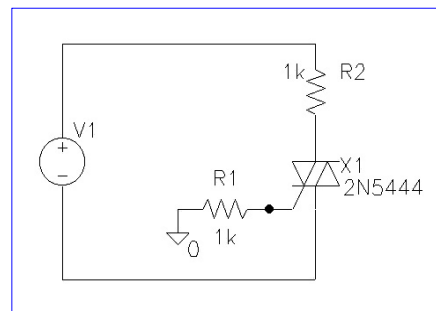
게이트 전압이 -5V일 때 드레인 소스 양단전압이 -1.6V 정도에서 트랜지스터가 포화 영역으로 들어가고, 문턱 전압은 -3.5V이다.



TRIAC의 전압 전류 특성 곡선

■ 회로 개요

본 회로는 TRIAC의 전압 전류 특성을 알아보기 위한 회로이다. 시뮬레이션을 통해 양방향 스위치인 TRIAC 양단 전압과 TRIAC을 흐르는 전류의 관계를 알아 본다.



■ 문제

1. TRIAC의 입출력 특성을 조사하고 TRIAC이 턴온 되는 전압을 찾아라.

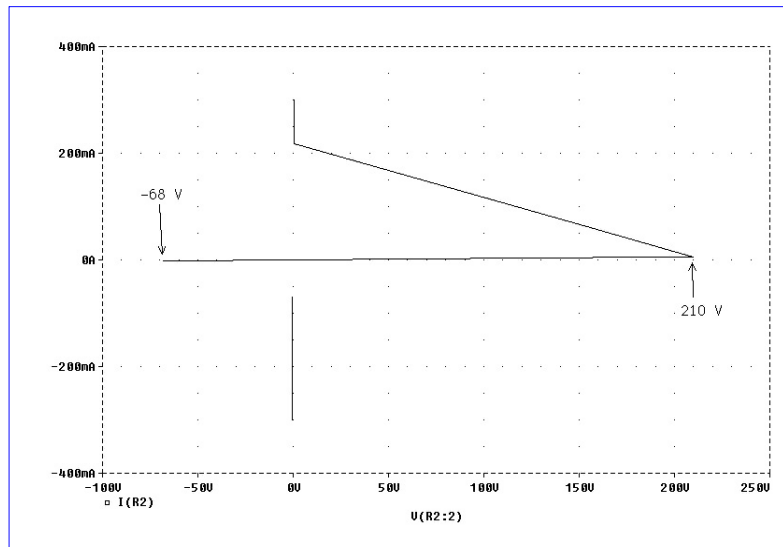
■ 시뮬레이션 조건

TRIAC : 2N5444

해석방법 : 전원 V1을 -100에서 250V까지 DC SWEEP

■ 시뮬레이션 결과

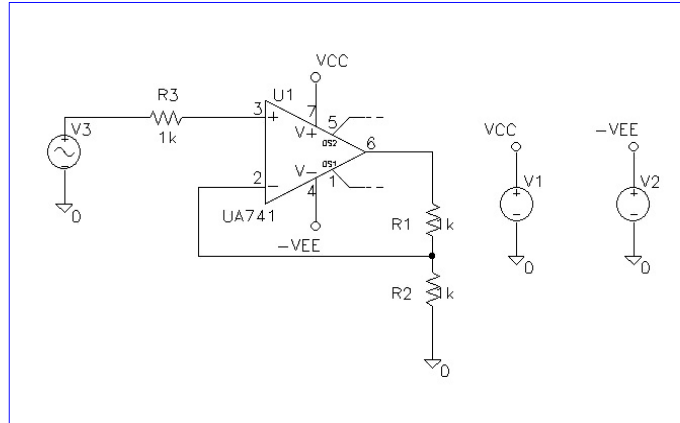
TRIAC 양단의 전압이 양일 때는 210V에서 턴온되고 TRIAC 양단의 전압이 음일 때는 -68V 정도에서 턴온이 된다.



UA 741 Op-Amp의 maximum output swing voltage

■ 회로 개요

본 회로를 구성하여 UA 741 Op-Amp의 maximum output swing voltage를 구할 수 있다.



■ 문제

1. UA 741 Op-Amp의 maximum output swing voltage을 구하라.

■ 시뮬레이션 조건

Op amp : UA 741

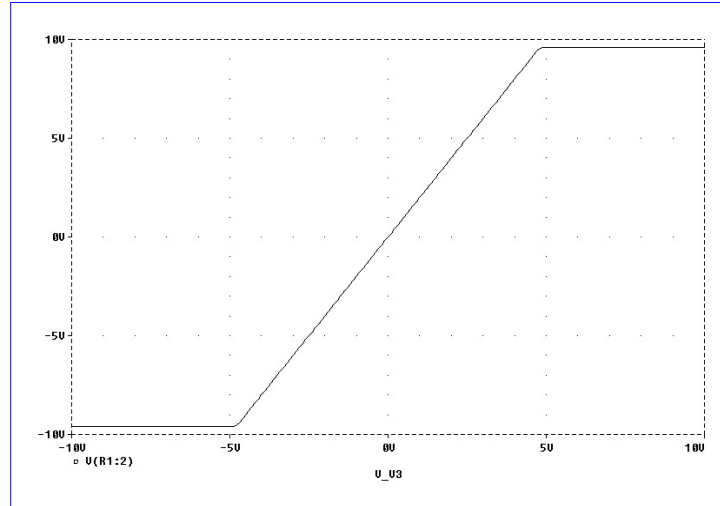
공급 전원 : $VCC = 10V$

$VEE = -10V$

해석방법 : 전원 V3를 $-10V$ 에서 $10V$ 까지 DC SWEEP

■ 시뮬레이션 결과

위 회로의 전압 이득이 2이고 입력 전압이 $5V$ 이상일 때 출력 전압이 $10V$ 이상 넘지 않는 것을 알 수 있다. 그러므로 Op-Amp의 출력 전압은 공급전원 VCC , VEE 를 넘을 수가 없다.

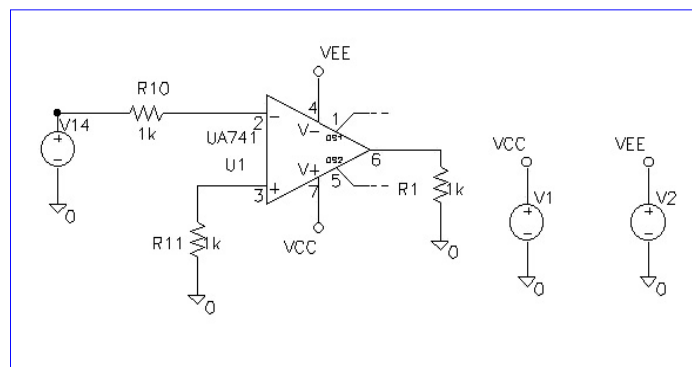


UA 741 Op-Amp의 frequency response, large

signal voltage gain, input bias current와 slew rate

■ 회로개요

본 회로를 구성하여 UA 741 Op-Amp의 frequency response, large signal voltage gain, input bias current와 slew rate를 구할수 있다.



■ 문제

위의 회로를 구성하여 UA 741 Op-Amp의 frequency response, large signal voltage gain, input bias current와 slew rate를 구하라.

■ 시뮬레이션 조건

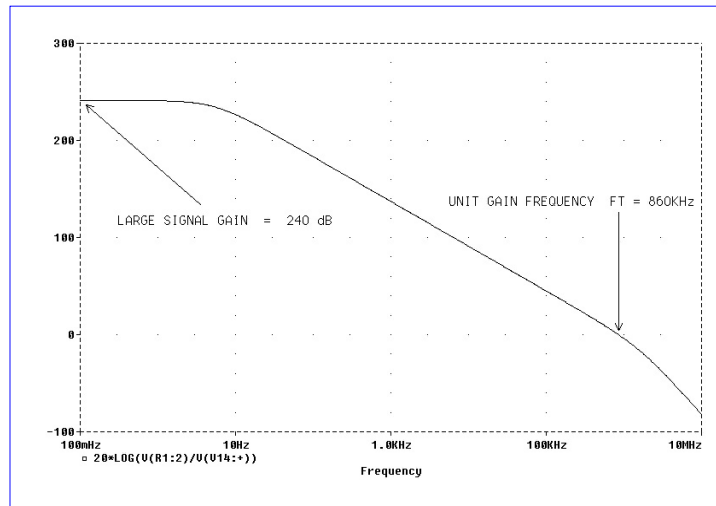
Op-Amp는 UA 741을 이용하였고 공급 전원은 VCC가 10V이고 VEE가 -10V이며 0.1에서 10MHz까지 AC SWEEP 해석을 한다.

■ 시뮬레이션 결과

아래 결과에서 large signal voltage gain은 240dB이고 unit gain frequency는 860kHz임을 알 수 있다. 그리고 Op-Amp의 input bias current는 out file에 나타난 것과 같이 79.7nA임을 알 수 있다.

$$\text{SLEW RATE} = 8\pi V_T f_G$$

Slew rate는 위의 공식을 사용하여 구할 수 있다. V_T (thermal voltage)는 25mV이고 f_G 는 860kHz이다. 그래서 그 값을 계산하면 0.54V/us이다.



**** BIPOLAR JUNCTION TRANSISTORS

NAME	X_U1.q1	X_U1.q2
MODEL	X_U1.qx	X_U1.qx
IB	7.97E-08	7.97E-08
IC	7.48E-06	7.48E-06
UBE	5.94E-01	5.94E-01
UBC	-9.96E+00	-9.96E+00
UCE	1.06E+01	1.06E+01
BETADC	9.38E+01	9.38E+01
GM	2.89E-04	2.89E-04
RPI	3.24E+05	3.24E+05
RX	0.00E+00	0.00E+00
RO	1.00E+12	1.00E+12
CBE	0.00E+00	0.00E+00
CBG	0.00E+00	0.00E+00
CBX	0.00E+00	0.00E+00
CJS	0.00E+00	0.00E+00
BETARC	9.38E+01	9.38E+01
FT	4.60E+15	4.60E+15