

เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 618 313 Technical Computer Applications
ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2564

การใช้ PSpice

สำหรับการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

เรียบเรียงโดย

รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเกียรติ สอดศรี และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรภูร์ เหมือนชัย
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

การใช้ PSpice 9.1 สำหรับวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

เอกสารชุดนี้ มีจุดประสงค์เพื่อแนะนำการใช้ software ชื่อว่า PSpice สำหรับการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า โดยจะใช้ PSpice student version release 9.1

INTRODUCTION

ประวัติความเป็นมา

- Spice เป็น program สำหรับการคำนวณเชิงตัวเลขของวงจรไฟฟ้า Spice เป็นคำย่อของคำว่า Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นในปี 1970 ที่มหาวิทยาลัย Berkley California และ PSpice ก็เป็น version หนึ่งของ Spice ที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลซึ่งพัฒนาโดย MicroSim Corporation ในปี 1984 Spice เป็น Textbase โปรแกรมผู้ใช้ต้องกำหนดวงจรด้วยตัวหนังสือและผลของการ simulation ก็แสดงผลเป็นตัวหนังสือ
- ต่อมา MicroSim ก็ได้ทำให้ผลการจำลองแสดงผลเป็นกราฟด้วย graphical postprocessor (Probe) เพื่อที่จะพลอตผลของการ simulation ต่อมา MicroSim ก็ได้เสนอรูปแบบการกำหนดวงจรจากเดิมที่เป็นตัวหนังสือมาเป็น graphical interface ที่เรียกว่า Schematic เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถกำหนดวงจรด้วยภาพแทนที่จะเป็นตัวหนังสือซึ่งทำให้ง่ายต่อการตรวจสอบการทำงานว่าถูกต้องตามที่ออกแบบไว้หรือไม่และชื่อของ Pspice "ได้ถูกเปลี่ยนเป็น OrCAD PSpice"
- การ Simulate วงจรสามารถจำลองการทำงานได้ทั้ง Analog และ Digital บริษัท MicroSim ได้พัฒนาจนถึง Version ที่ 8 ถูกควบคุมกิจการและเปลี่ยนชื่อเป็น OrCAD ใน Version 9 OrCAD ได้มีการปรับปรุง Schematic และเปลี่ยนเป็น Schematic Capture ในปัจจุบันยังคงชื่อโปรแกรมเป็น OrCAD และ version ล่าสุดเป็น Version 17

ประโยชน์ของ Spice

- OrCAD® สามารถที่จะช่วยในการออกแบบวงจรและสังเคราะห์วงจรด้วย: schematic และ VHDL-based วงจร FPGA, CPLD วงจร linear analog, digital หรือวงจร mixed-signal
- จำลองการทำงานของวงจรช่วยในการออกแบบวงจรพิมพ์
- ใช้ในการพิสูจน์กฏเกณฑ์ต่างๆ เช่นกฎของโอล์มกฏของเคอร์ชอฟฟ์ศึกษาคุณลักษณะของอุปกรณ์ต่างๆ เช่นไดโอดทรานซิสเตอร์ Op amp และไอซีเกตเบอร์ต่างๆ นอกจากนี้ยังใช้ได้กับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและวงจรกระแสสลับที่สำคัญใช้จำลองการทำงานวงจรที่ได้ออกแบบไว้ว่าทำงานได้หรือไม่

หน่วยที่ใช้ใน PSpice

<u>Spice Suffix</u>	<u>Unit</u>
V	Volts
A	Amps
Hz	Hertz
Ohm	Ohms
H	Henry
F	Farad
Degree	Degree

Scale Suffixes ที่ใช้ใน PSpice

<u>Suffix</u>	<u>Spice ScaleName</u>	
M	1E-3	milli-
K	1E+3	kilo-
MEG	1E+6	mega-
G	1E+9	giga-
T	1E+12	Tera

หมายเหตุ Prefix และ suffix จะใช้ตัวพิมพ์เล็กหรือพิมพ์ใหญ่ก็ได้
ข้อควรระวัง: M จะไม่ใช่ Meg แต่จะเป็น milli

การตั้งชื่ออุปกรณ์

- ชื่อของความต้านทานต้องขึ้นต้นด้วย R เท่านั้น
- ชื่อของตัวเก็บประจุต้องขึ้นต้นด้วย C เท่านั้น
- ชื่อของตัวเหนี่ยวนำต้องขึ้นต้นด้วย L เท่านั้น
- ชื่อของ independent voltage source ต้องขึ้นต้นด้วย V เท่านั้น
- ชื่อของ independent current source ต้องขึ้นต้นด้วย I เท่านั้น
- ชื่อของอุปกรณ์ต้องไม่มีเว้นวรรค
- ห้ามใช้ชื่อชั้ตัวพิมพ์ใหญ่หรือพิมพ์เล็กถือว่าเหมือนกัน เช่น RTOT กับ rtot คือตัวเดียวกัน

ตัวอย่างชื่อที่ใช้ได้

- R1, r2, resistor3, Rout, Rin, RLoad
- C1, c2, cap3, cpi
- V1, Vin, Vout, Voltage2
- I1, Ir, I_Load

ตัวอย่างชื่อที่ใช้ไม่ได้

- R_#1 (#ห้ามใช้ที่ชื่อ)
- C 2 (ห้ามมีเว้นวรรค)
- Ten_Ohm_Resistor (ความต้านทานต้องขึ้นต้นด้วย R เท่านั้น)
- _Vin (ห้ามขึ้นต้นด้วย Underscore)

First letter of source name

Type of source	First letter
Voltage-controlled voltage source (VCVS)	E
Current-controlled current source (CCCS)	F
voltage-controlled current source (VCCS)	G
Current-controlled voltage source (CCVS)	H
Independent current source	I
Independent voltage source	V

Type of source outputs

Source output	Pspice description
Alternating current	AC
Direct current	DC
Exponential	EXP
Piecewise linear	PWL
Polynomial	POLY(n)
Pulse	PULSE
Single-frequency modulation	SFFM
Sinusoid	SIN

First letter of element names for PSpice

Elements	First letter of Pspice name
Capacitor	C
Inductor	L
Mutual inductance (transformer)	K
Resistor	R
Mosfet	M
Diode	D
Transistor	Q

ข้อจำกัดของ OrCAD demo และ Pspice 9.1 student version

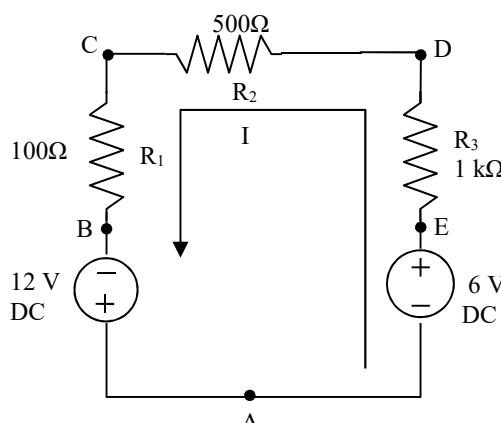
- การจำลองวงจรได้ไม่เกิน 64 nodes
- 10 transistors, 2 operational amplifiers หรือ 65 digital primitive devices, and 10 transmission lines (ทั้ง ideal และ non-ideal devices)
- device characterization ด้วยการใช้ Model Editor ใช้ได้เฉพาะอุปกรณ์ diodes
- stimulus generation ใช้ได้เฉพาะ sine waves(analog) และ clocks (digital)
- library ที่มีให้มา ประกอบด้วยเพียง 39 analog และ 134 digital parts
- วงจรที่ออกแบบไว้ด้วย Capture สามารถ saved ได้ถ้าอุปกรณ์มีไม่เกิน 15 parts

การทำ Simulation with PSpice

การเรียนรู้การใช้ PSpice ที่จะแนะนำต่อไปนี้เป็นการเรียนรู้จากการทำตามตัวอย่างที่จะขึ้นตอน

I. DC nodal analysis

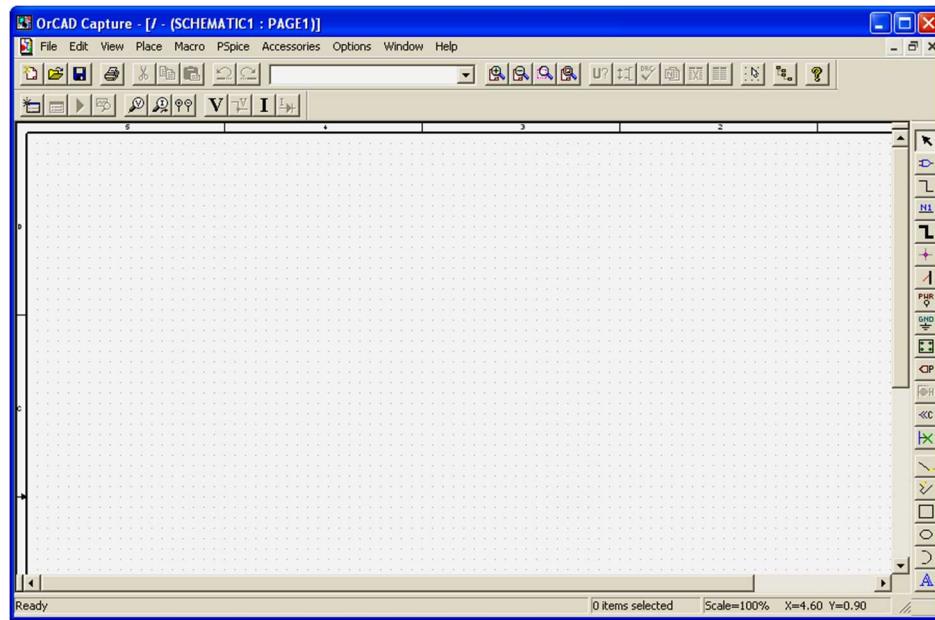
ตัวอย่างจะทำการวิเคราะห์วงจรกระแสเพื่อหา voltage และ current ในวงจรของรูปที่ 1



รูป 1. DC circuit

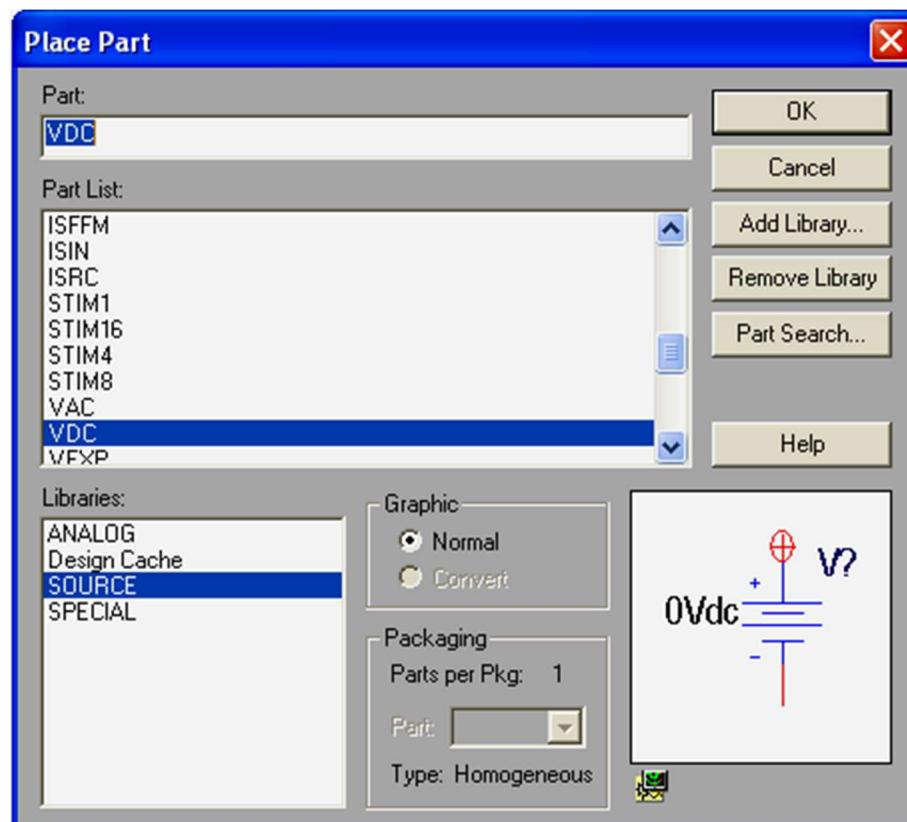
เริ่มการใช้ PSpice

1. เปิดโปรแกรม PSpice student (Start → Programs → PSpice Student → Capture student)
2. เริ่มโปรเจคใหม่ หรืออาจเปิดไฟล์เก่าถ้าสร้างไว้แล้ว (File → New → Project...)
3. จะมี window โชว์ขึ้นมา ใน window นั้นจะมีช่องสำหรับใส่ชื่อของโปรเจค ให้ใส่ชื่อที่ต้องการลงไป เลือก “Analog or Mixed A/D” ในช่อง location ให้เลือกตำแหน่งโฟล์เดอร์ที่ต้องการเก็บข้อมูล หลังจากนั้น คลิก OK
4. Schematic Window สำหรับสร้างวงจรจะโชว์ขึ้นมา

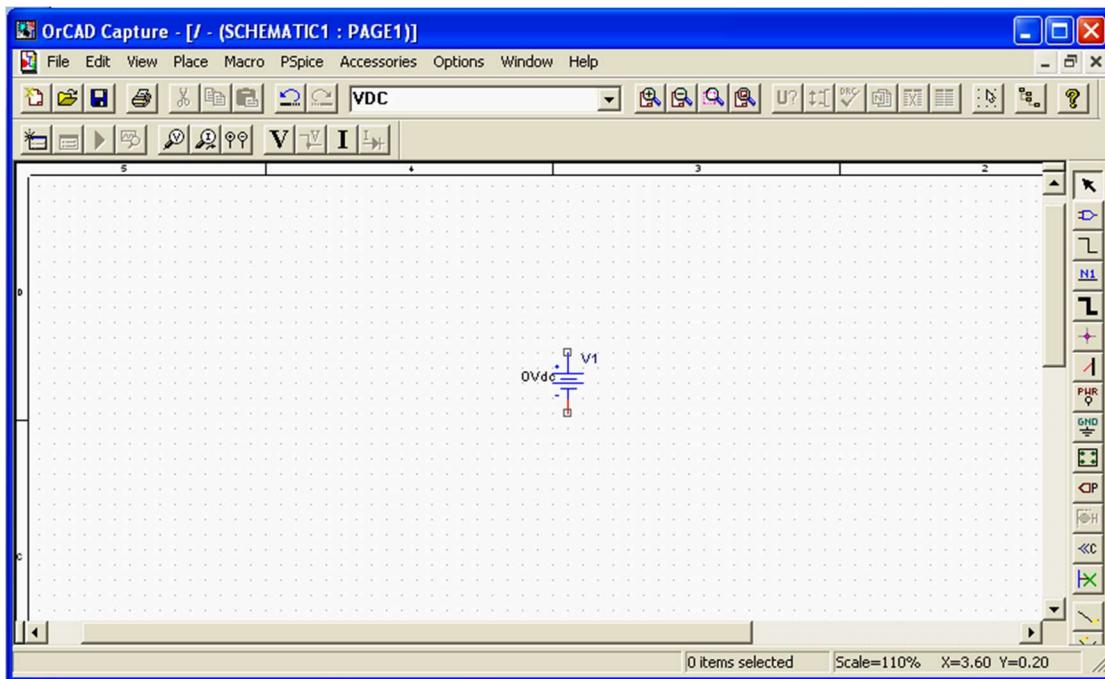


การวางแผนแก้ไขและเชื่อมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจร

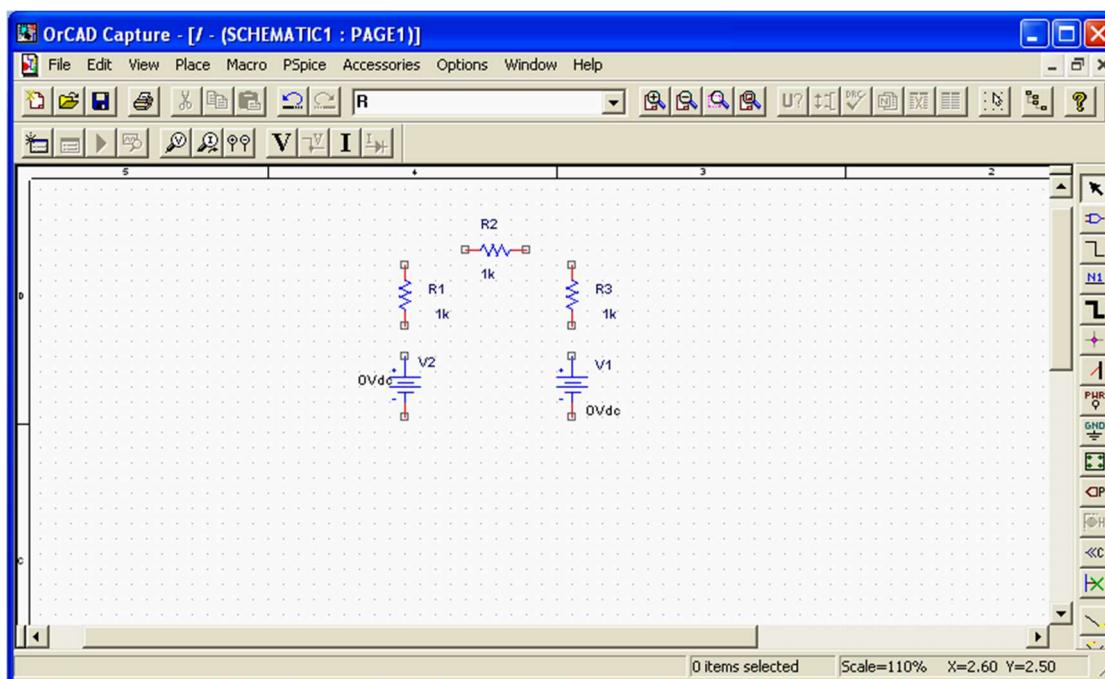
- คลิกเมนู “Place” → “Part” จะมี วินโดว์ขึ้นมา ในวินโดว์จะมีรายการอุปกรณ์ต่างๆอยู่จำนวนหนึ่ง ให้ตรวจสอบในช่อง libraries ควรจะมีรายการอย่างน้อยดังนี้ : Analog, Design Cache, Source, และ Special (ถ้ารายการใดไม่มี ให้ทำการ Add เพิ่ม โดยคลิกที่ “Add library” และเลือกรายการที่ต้องการจะเพิ่ม และคลิก OK)
- วาง DC voltage source โดยเลือก source ในช่องรายการของ Libraries เลือก VDC จากรายการในช่องของ Part (ขณะเลือกจะมีรูป DC voltage source ปรากฏขึ้นในช่องด้านล่างของวินโดว์) คลิก OK



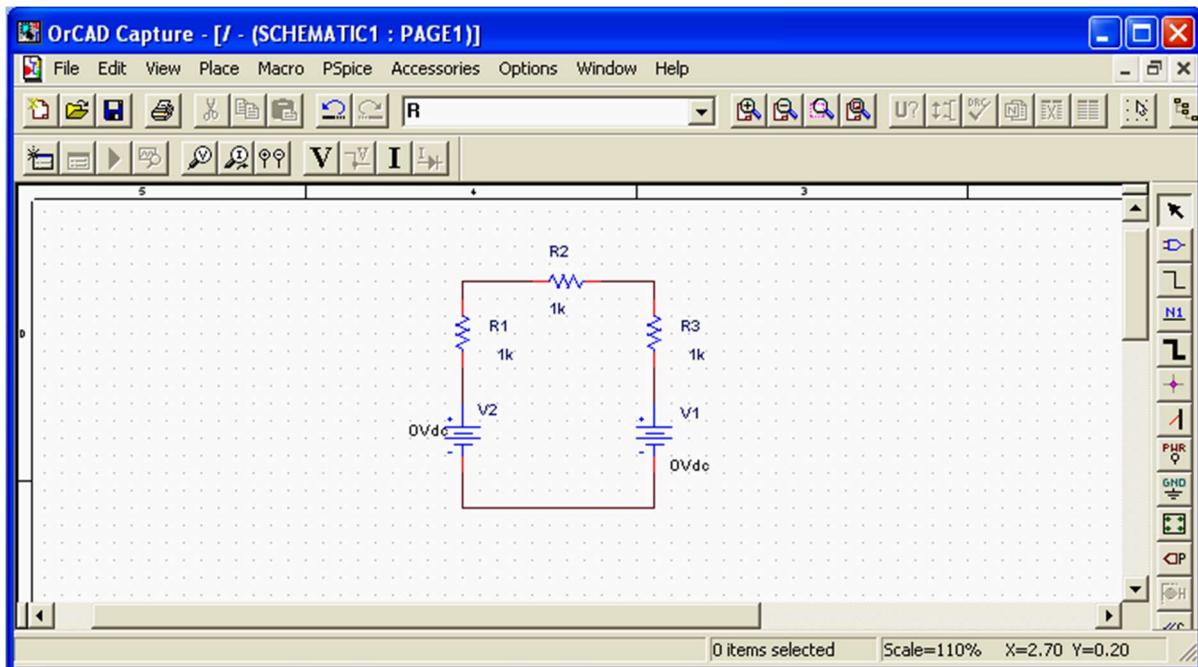
3. ตอนนี้ Schematic window จะปรากฏกลับขึ้นมา พร้อมกับมีสัญลักษณ์ voltage source ติดที่ปลาย pointer เลือกตำแหน่งที่ต้องการจะวาง และคลิกด้านซ้ายของ mouse เพื่อวาง DC voltage source สัญลักษณ์ของ voltage source ยังคงอยู่ที่ปลาย pointer ถ้าต้องการกำจัดออก ให้คลิกด้านขวาของ mouse และเลือก “End mode” เพื่อกำจัดสัญลักษณ์ที่ปลาย pointer



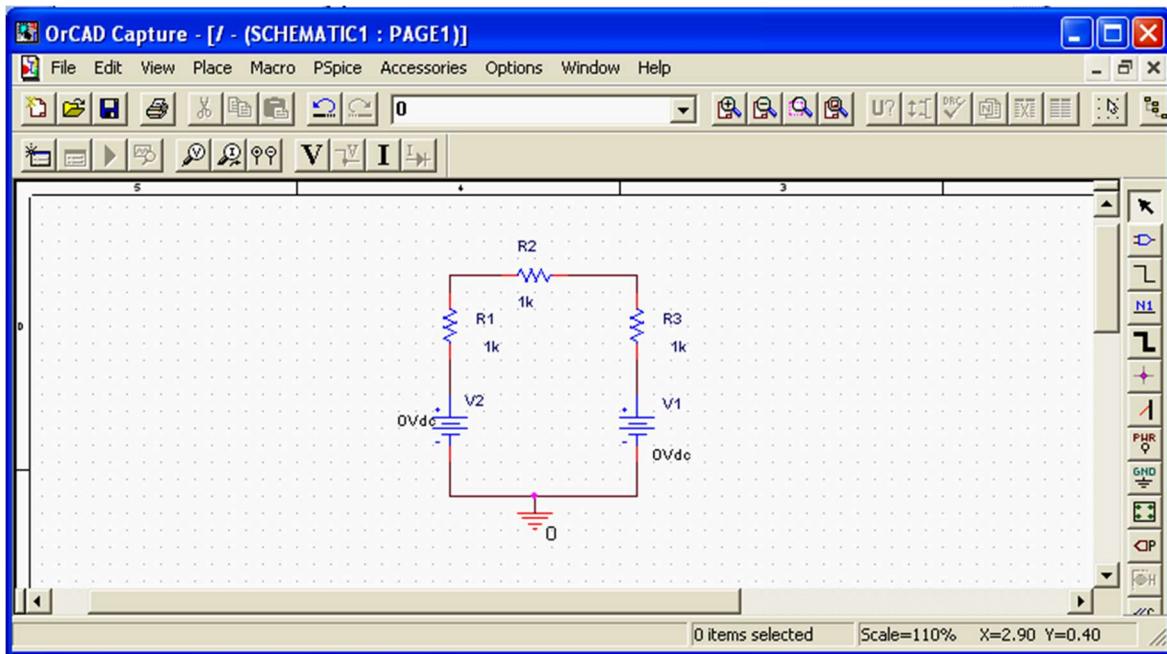
4. วางแผนต้านทานโดยคลิก “Place” → “Parts...” เช่นเดียวกับการวาง DC voltage source ตัวต้านทานอยู่ใน Analog library ดังนั้นในช่อง libraries ให้เลือก Analog อุปกรณ์ R อยู่ในช่อง Part ทำการวาง R ต่างๆ ให้ครบตามจำนวนในวงจร อุปกรณ์แต่ละตัวสามารถปรับทิศทางวางแนวตั้งหรือแนวนอนได้โดย คลิกหนึ่งครั้งที่ อุปกรณ์นั้นแล้วกดตัวอักษร “R” (อุปกรณ์จะหมุน 90 องศาสำหรับกด “R” แต่ละครั้ง)



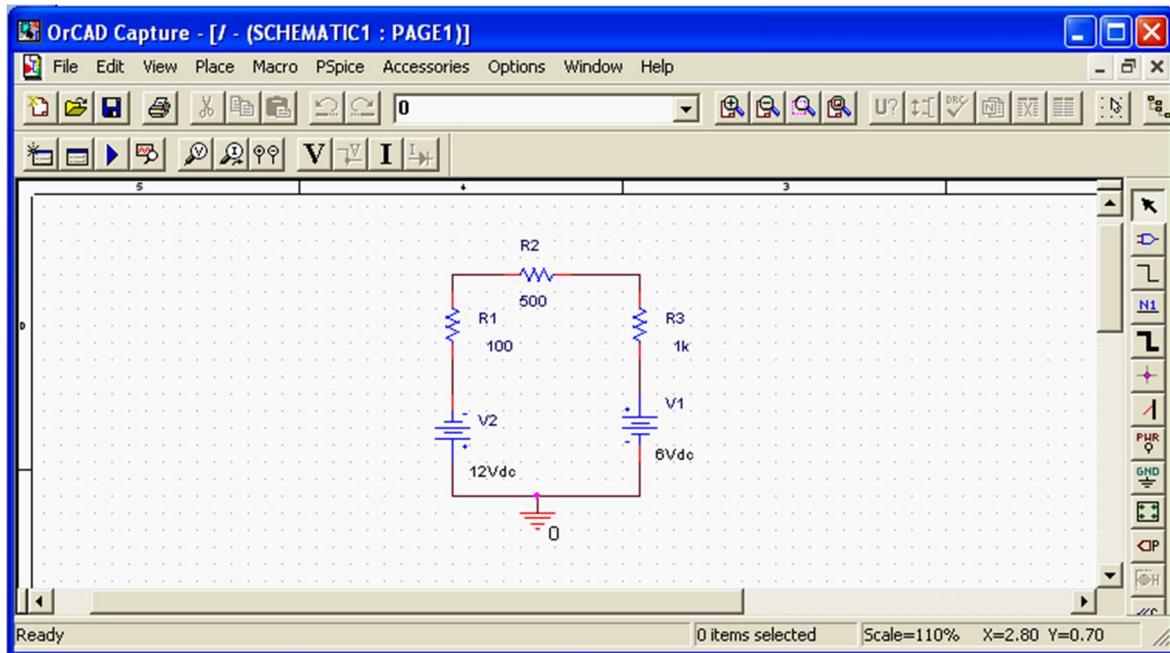
5. เชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกัน คลิกที่เมนู “Place” และเลือก “Wire” (หรือคลิกช่องที่สามของรายการสัญลักษณ์ที่เรียงตัวในแนวตั้งด้านขวาเมื่อ) Pointer จะกลายเป็นรูป “+” ให้เลื่อน mouse ไปยังจุดเริ่มที่ต้องการจะต่อสาย และคลิกด้านซ้ายของ mouse หนึ่งครั้ง แล้วลาก mouse ไปยังจุดที่จะต่อเข้าจุดที่สองแล้วคลิกหนึ่งครั้ง ถ้าจุดที่สองเป็นจุดจบของการต่อของเส้นที่หนึ่งให้คลิกสองครั้ง เพื่อจะได้เริ่มการต่อเส้นที่สอง เมื่อต่อสายไฟเรียบร้อยแล้วสามารถจบการทำงานในโหมดต่อสายไฟโดยคลิกด้านขวาของ mouse และเลือก “end wire”



6. ต่อ ground (ทุกวงจรใน SPICE จะต้องมี ground) ทำได้โดยคลิกเมนู “Place” และเลือก “Ground...” (หรืออาจจะคลิกช่องที่เก้าของรายการสัญลักษณ์ที่เรียงตัวในแนวตั้งด้านขวาเมื่อ) ในวินโดว์ที่โชว์ขึ้นมาให้เลือก “0” แล้วคลิก OK แต่ถ้าวินโดว์ไม่มี “0” ปรากฏสำหรับเลือก ให้ทำการ add library โดยคลิกที่ “Add library..” แล้วเลือก source หลังจากนั้น ให้คลิก OK เมื่อเลือกได้แล้วให้วาง ground ในตำแหน่งที่ต้องการ แล้วต่อสาย เพื่อเชื่อมเข้ากับวงจร

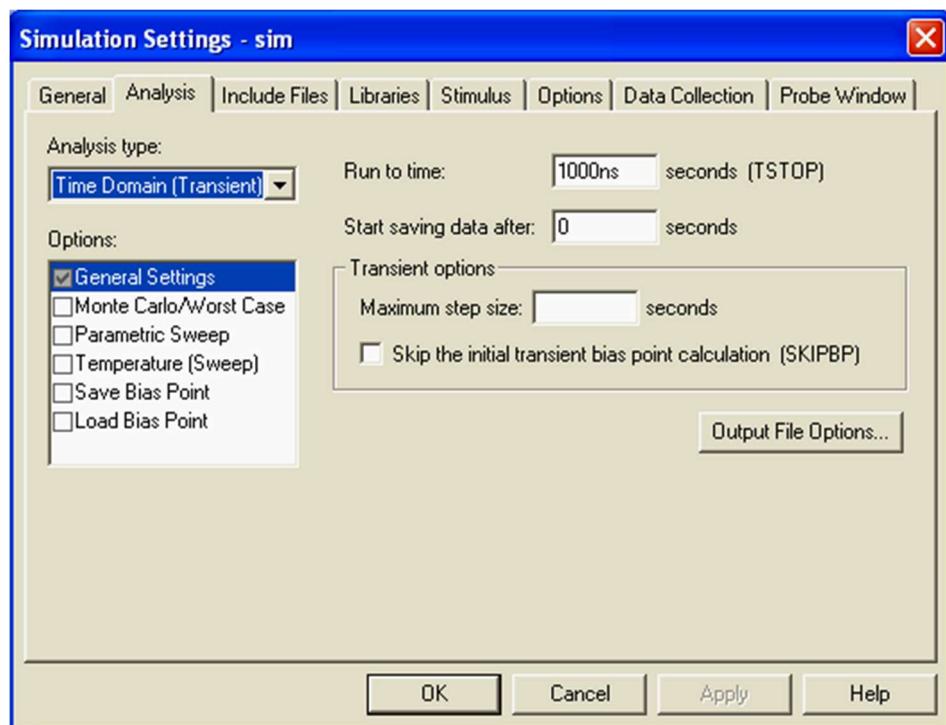


7. เป็นค่าของอุปกรณ์ : สำหรับ R และ DC voltage source ให้คลิกสองครั้ง ที่ค่าเดิม จะปรากฏในโดร์ Display properties แก้ค่าเป็นค่าที่ต้องการแล้วคลิก OK (สำหรับตัวอย่างนี้ ใช้ $R1 = 100\Omega$ $R2 = 500\Omega$ $R3=1k\Omega$ $V=12V$. และ $V= 6V.$)



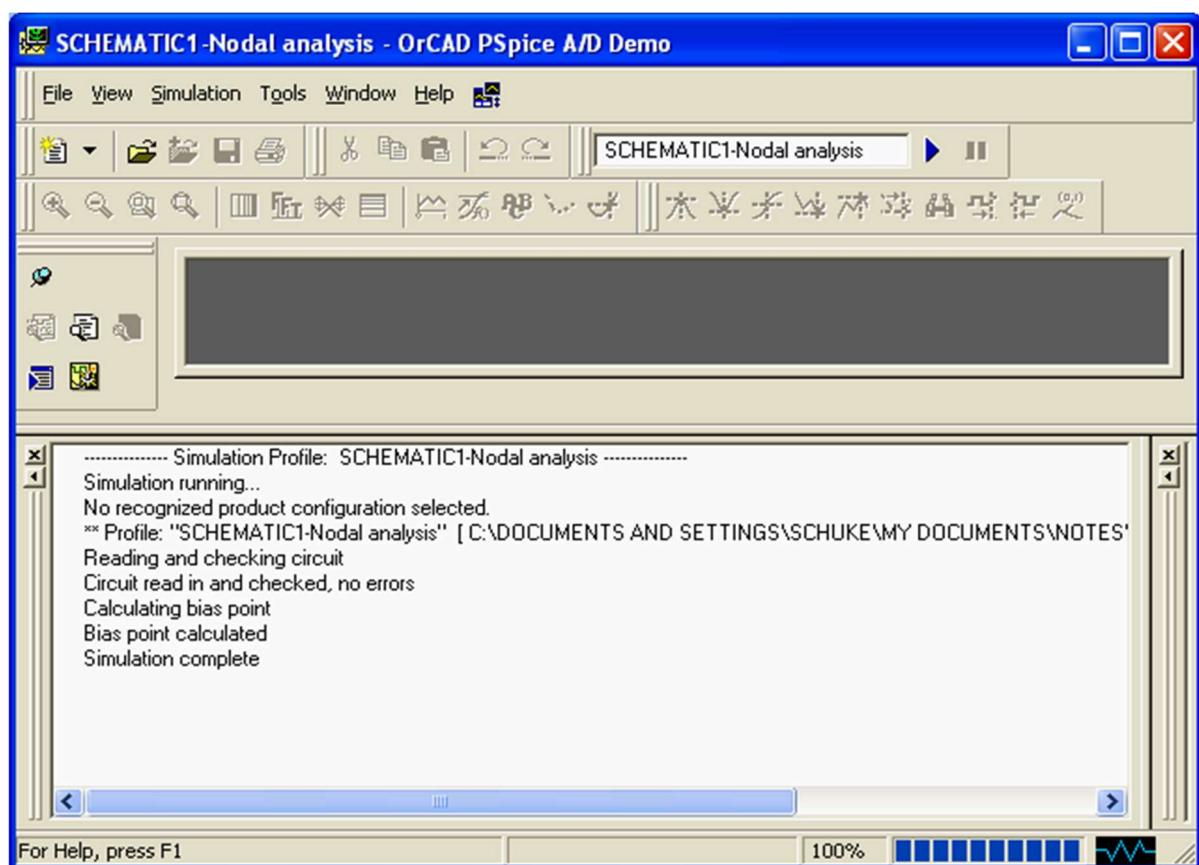
8. ตั้งค่าสำหรับการวิเคราะห์

คลิกที่เมนู “PSPICE” แล้วเลือก “New Simulation profile” จะปรากฏในโดร์ขึ้นมา และมีช่องให้ใส่ชื่อสำหรับการ Simulation ที่เรากำลังจะทำ ให้ใส่ชื่อลงไว้ (ชื่อที่ใช้ควรจะเป็นชื่อที่เกี่ยวข้องกันกับสิ่งที่เรากำลังจะทำ เช่น ใช้ชื่อ “Nodal analysis” แล้วคลิก “Create” จะมีวินโดว์อีกหนึ่งซึ่งมีหลายเมนูปรากฏขึ้นมา ให้คลิกที่เมนู “Analysis” สำหรับตัวอย่างนี้เราต้องการวิเคราะห์วงจรเพื่อหา current and voltage ที่อาจจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงเทียบกับเวลา ดังนั้นในช่องของ analysis type ให้เลือก “transient”

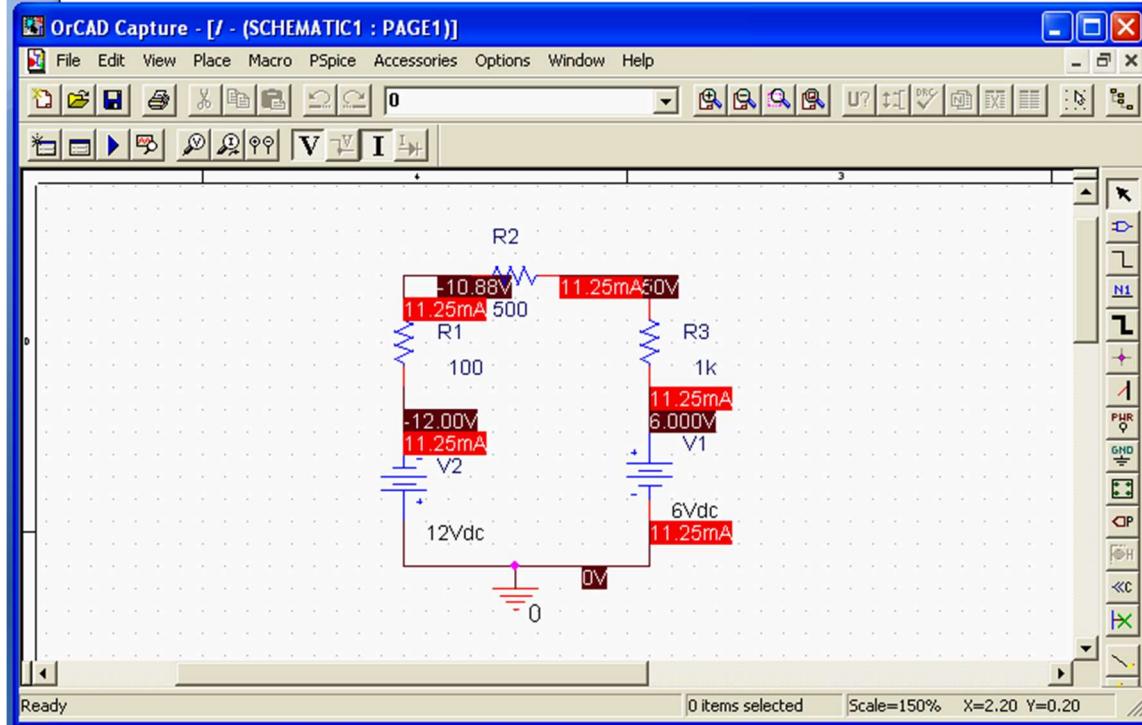


คลิก OK

9. ตั้งค่าสำหรับโปรแกรมเริ่มวิเคราะห์วงจร : คลิกเมนู “PSPICE” และเลือก “Run” โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์วงจร 1-2 วินาที จึงเสร็จ ถ้าไม่มี error จะปรากฏวินโดว์ซึ่งเป็นเสมือน Probe ปรากฏขึ้นมาดังรูป (โปรแกรมอาจต้องมีการคลิก OK ก่อนถึงปรากฏวินโดว์ขึ้นมา)



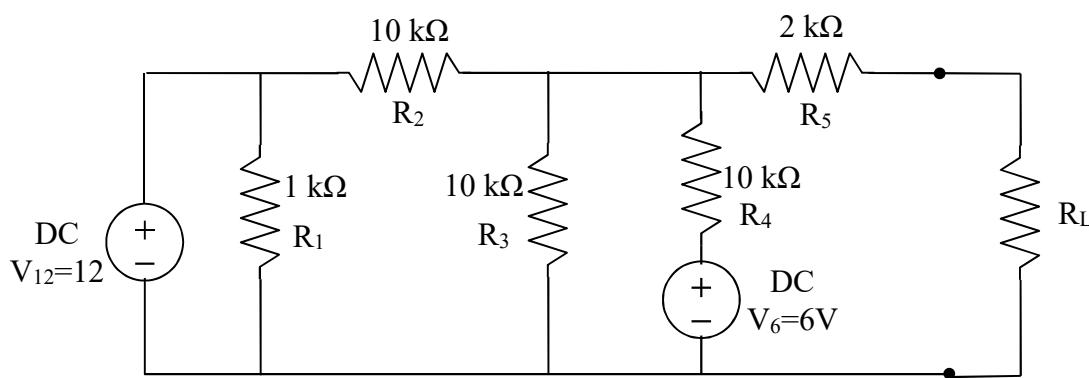
10. ให้คลิกที่ Toolbar "ไอคอนด้านบน รูป V และ I เพื่อให้โจร์โวจเตจ(เทียบกับground) ที่โหนดต่างๆและกระแสที่ผ่าน wire แต่ละเส้น



11. นอกจากนี้ยังสามารถใช้ Probe ชนิดต่างๆ เช่น Probe สำหรับวัดโวลเตจคร่อมตัวต้านทานต่างๆ ก็สามารถกราฟทำได้ให้ทดลองใช้ probe ชนิดต่างๆที่ปรากฏใน toolbar

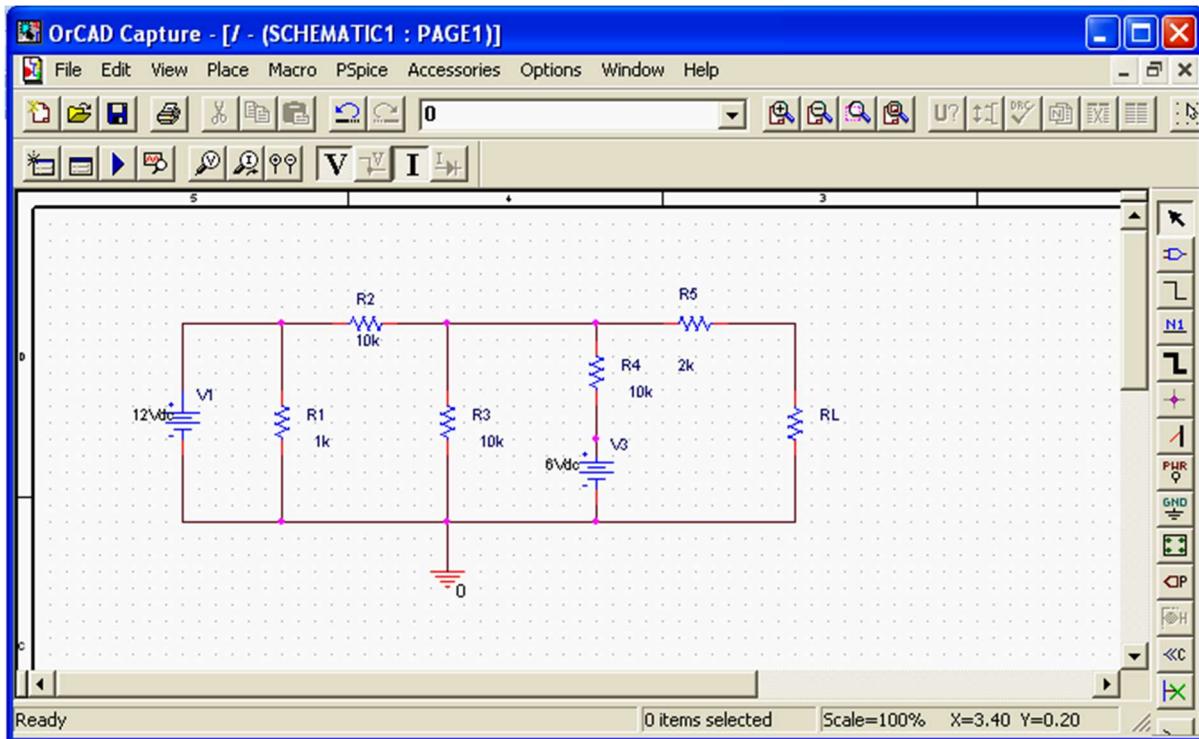
II. DC sweep

ในวงจรกระแสตรง รูป 2 R_L เป็นโหลดที่ไม่ทราบค่า จะทำการวิเคราะห์วงจรโดยใช้ PSpice เพื่อหาค่า R_L ที่ทำให้เกิด maximum power transfer การวิเคราะห์ใน PSpice จะกำหนดให้ R_L เป็น parameter ที่จะมีค่า แปรเปลี่ยน โดยกำหนดให้มีการ sweep ค่า R_L จาก 100Ω ถึง $100k\Omega$

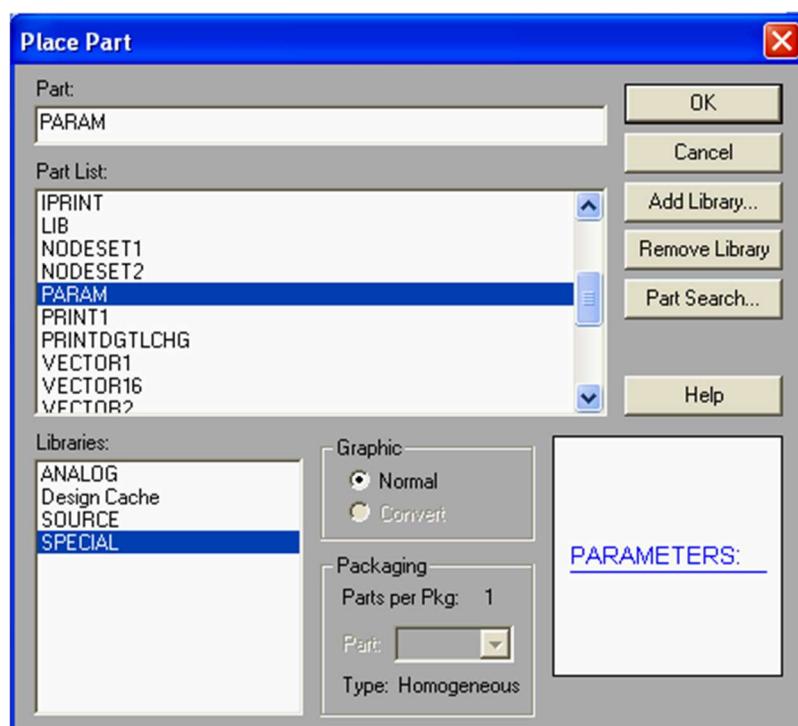


รูปวงจร 2

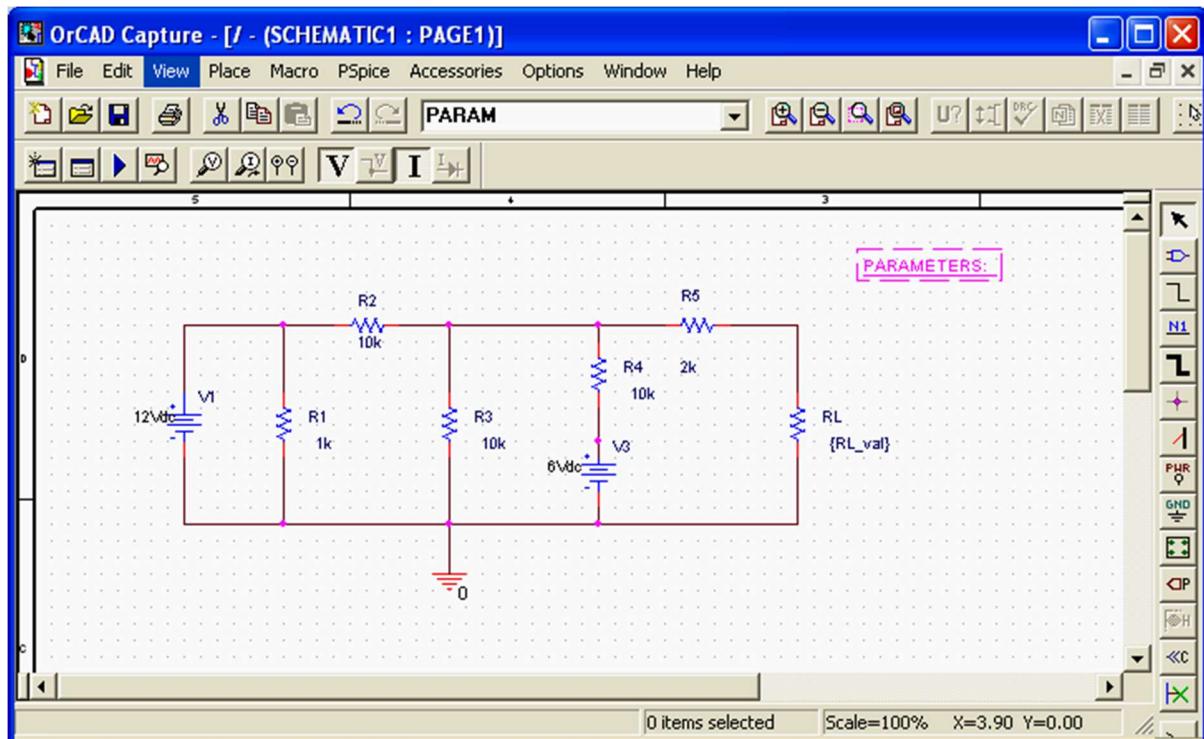
- สร้าง New project โดยปฏิบัติขั้นตอนเหมือนกับตัวอย่างที่แล้ว
- Place อุปกรณ์ลงใน schematics และใช้ค่าของอุปกรณ์ ตามรูปวงจร 2
- ใส่กราวน์เดิ์ให้กับวงจร



4. เนื่องจากว่าเราจะทำการวิเคราะห์โดยมีการเปลี่ยนค่า RL จากค่า 100 ถึง 100k ดังนั้นเราจะใช้ RL เป็น parameter ดังนั้น ที่ค่าความต้านทานของ RL ให้เปลี่ยนเป็น {RL_val} หรือชื่ออื่นๆตามประสงค์ (ทั้งนี้จะต้องใส่เครื่องหมายปีกกา)
5. ทำการวาง parameter ใน schematics โดยคลิก Place → Part จะปรากฏวินโดว์ place part ในช่อง library ให้คลิกที่ Special และเลือก PARAM



6. วาง parameter ที่ตำแหน่งหนึ่งตำแหน่งใดใน schematics



7. Double click ที่ parameters จะปรากฏวินโดว์ “property editor” ขึ้นมา

คลิก “new column..” ที่มุ่งช้ายด้านบนแล้วพิมพ์ “RL_val” ในช่องชื่อที่ปรากฏขึ้นมา คลิก OK

คลิก 1 ครั้งที่ช่องว่างลงในคอลัมน์ RL_val ที่เพิ่งขึ้นมา แล้วคลิกเมนู “Display...” จะปรากฏวินโดว์ Display properties ขึ้นมา ให้เลือก “Name and Value” และคลิก “OK” ให้ใส่ค่า 100 (ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้นของตัวต้านทานที่จะเปลี่ยนเพิ่มขึ้นๆ จนกระทั่ง 100k) ที่ช่องในคอลัมน์ RL_val ปิดวินโดว์ property editor จะกลับมาสู่วินโดว์ schematic

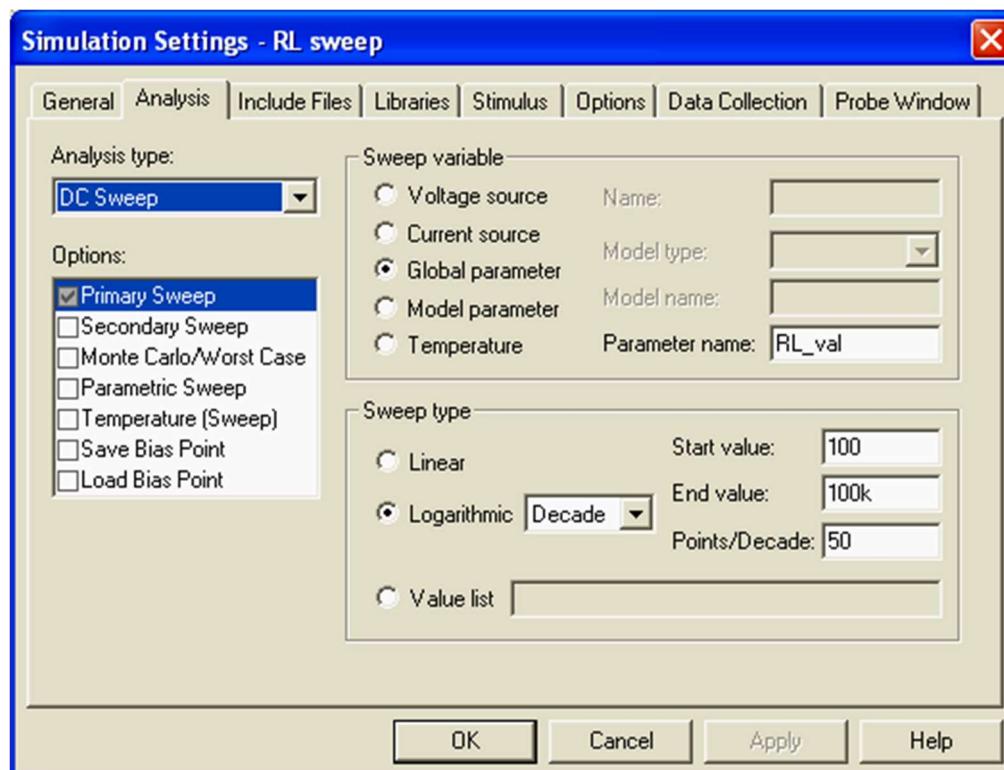
8. ตั้งค่าสำหรับ simulation

คลิกที่เมนู “PSPICE” และเลือก “New Simulation profile” จะปรากฏวินโดว์ขึ้นมา และมีช่องให้ใส่ชื่อสำหรับ Simulation ให้ใส่ชื่อแล้วคลิก “Create” จะมีวินโดว์ Simulation setting ปรากฏขึ้นมา ให้คลิกที่เมนู “Analysis” สำหรับตัวอย่างนี้เราต้องการวิเคราะห์วงจรกระแสโดยมีการเปลี่ยนค่า RL ดังนั้นในช่องของ analysis type ให้เลือก “DC Sweep”

ในช่อง Sweep variable ให้เลือก “Global parameter”

ในช่อง parameter name ใส่ชื่อ RL_val

ในช่อง Sweep type ให้เลือก “decade” พร้อมกับใส่ 100, 100k และ 50 ลงในช่อง start, stop, และ point/decade ตามลำดับ



คลิก OK

9. ทำการ RUN

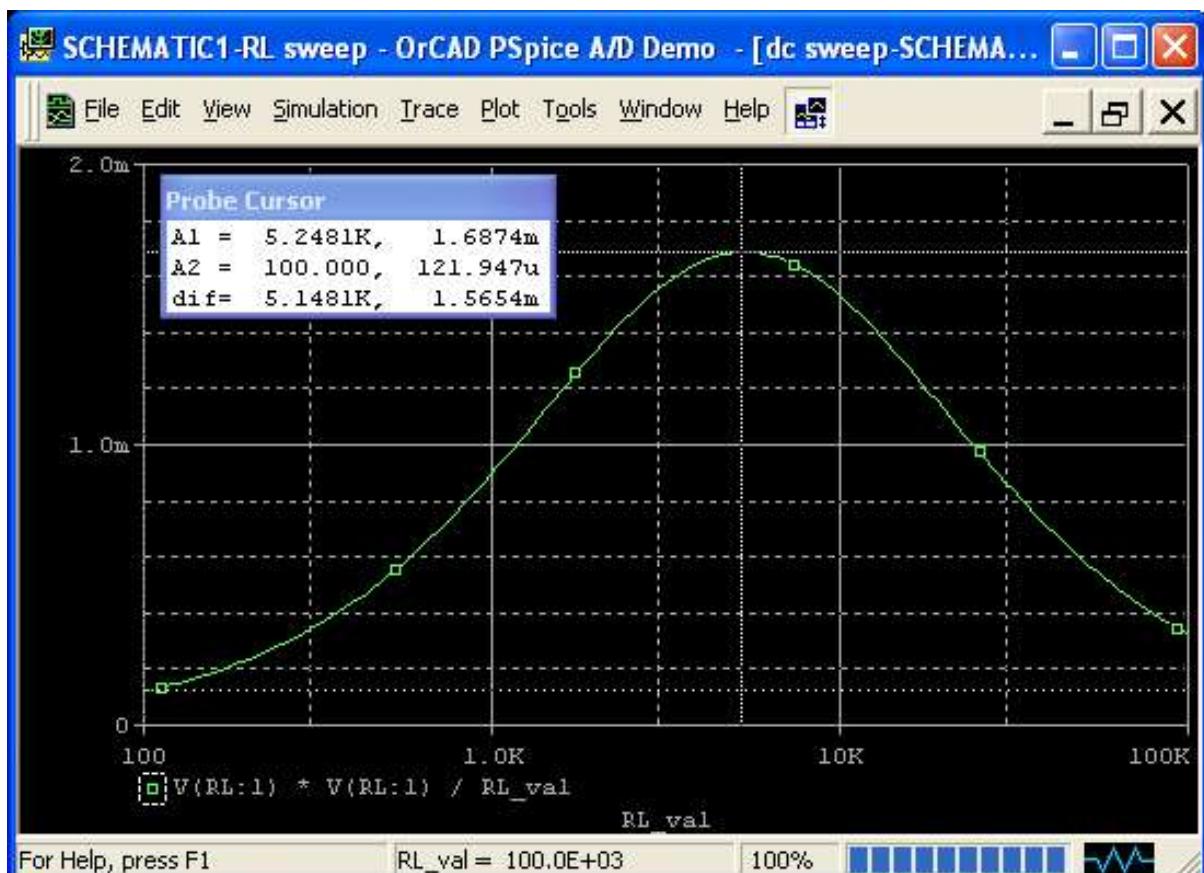
ถ้าไม่มีจุดผิดพลาด และ simulation completed จะปรากฏวินโดว์ซึ่งมีชื่อตามที่ได้ตั้งไว้สำหรับ simulation ให้ทำการ add trace โดยคลิกเมนู “Trace” เลือก “Add Trace...” จะปรากฏวินโดว์ Add Traces ขึ้นมา ซึ่งทางด้านข้างคือรายการค่าต่างๆ ของอุปกรณ์ที่วงจรวิเคราะห์ได้ ซึ่งทางด้านขวาคือรายการฟังชันก์ต่างๆ ที่เราต้องเลือกใช้ในการ plot

เนื่องจากเราต้องการคำนวณ power ที่เกิดขึ้นที่ตัวต้านทาน RL ดังนั้นในช่อง Trace Expression ให้ใส่สมการสำหรับคำนวณกำลังงานโดยใช้สูตร $V(RL:1)*V(RL:1)/RL_val$ หรือ $I(RL)*I(RL)*RL_val$

โดย $V(RL:1)$ คือโวลเตจคร่อมตัวต้านทาน RL

$I(RL)$ คือกระแสไฟผ่านตัวต้านทาน RL_val

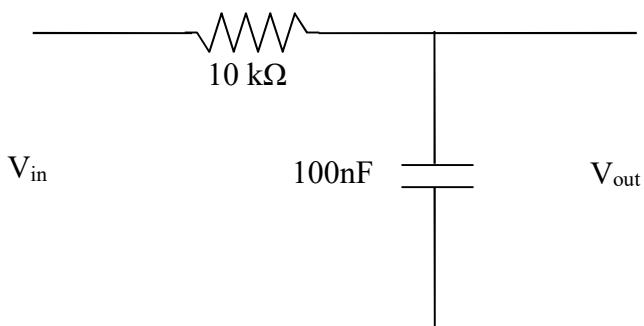
คลิก OK จะเห็นรูปดังข้างล่างปรากฏขึ้นมา และถ้าต้องการดูค่าที่ตำแหน่งต่างๆ สามารถใช้ probe cursor โดยคลิก “Trace” → “Cursor” → “Display” และเลือกชนิด cursor ที่จุดใดๆ ตามที่ต้องการ



III. AC SWEEP

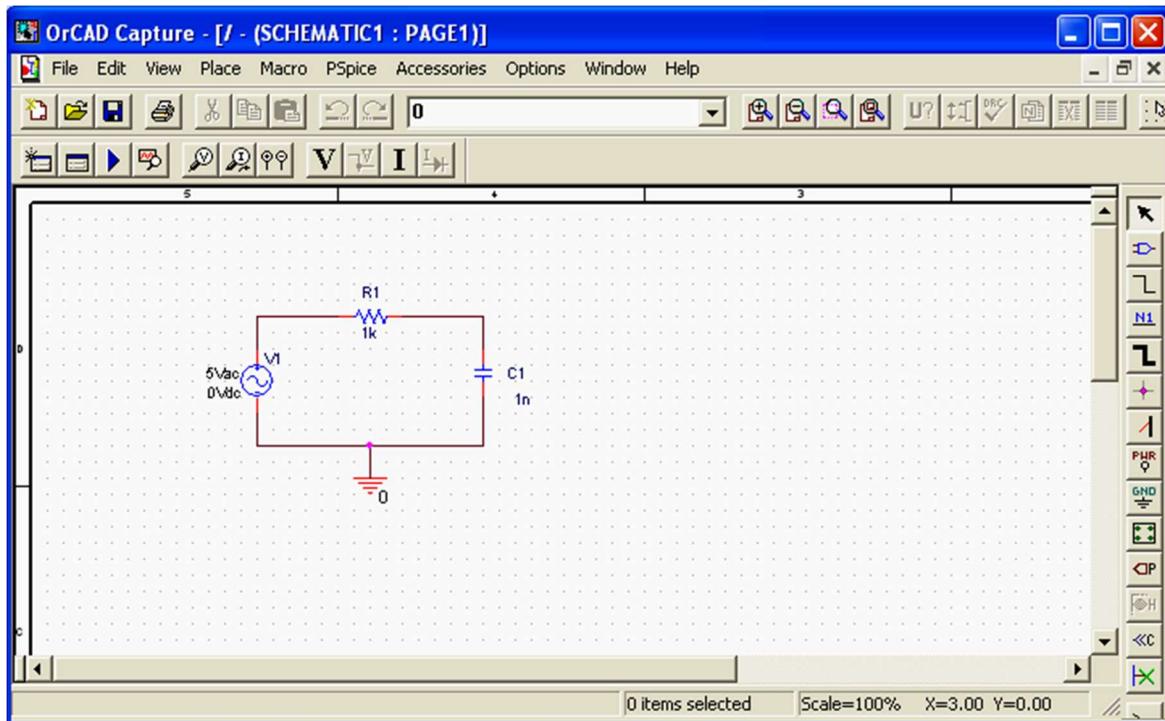
ในตัวอย่างนี้ จะทำการวิเคราะห์วงจรรูปที่ 3 เพื่อหาค่าโวลเตจ V_{out} เมื่อมีการทำ AC sweep ความถี่ของโวลเตจ อินพุทขนาด 5 V โดยจะทำการวิเคราะห์หาค่า V_{out} เมื่อความถี่ของ V_{in} มีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 10 Hz ถึง 10 MHz

- สร้าง new project และสร้างวงจรรูปที่ 3 ลงใน schematic โดยใช้ V_{in} มีขนาดแรงดัน 5 V



วงจรรูปที่ 3

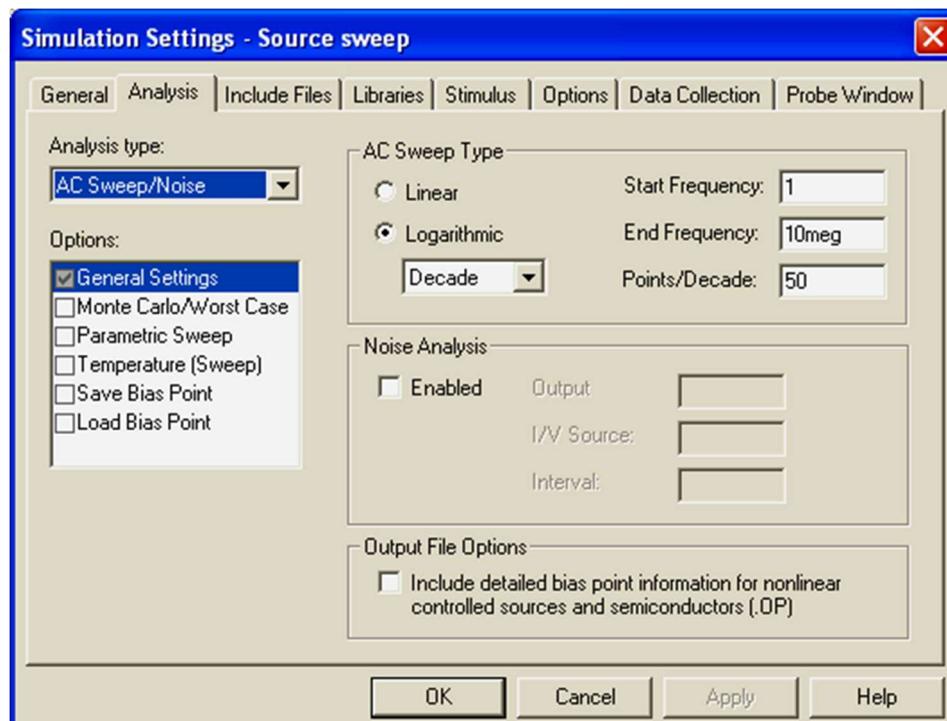
2. ต่อกราวน์ด์ให้กับวงจร



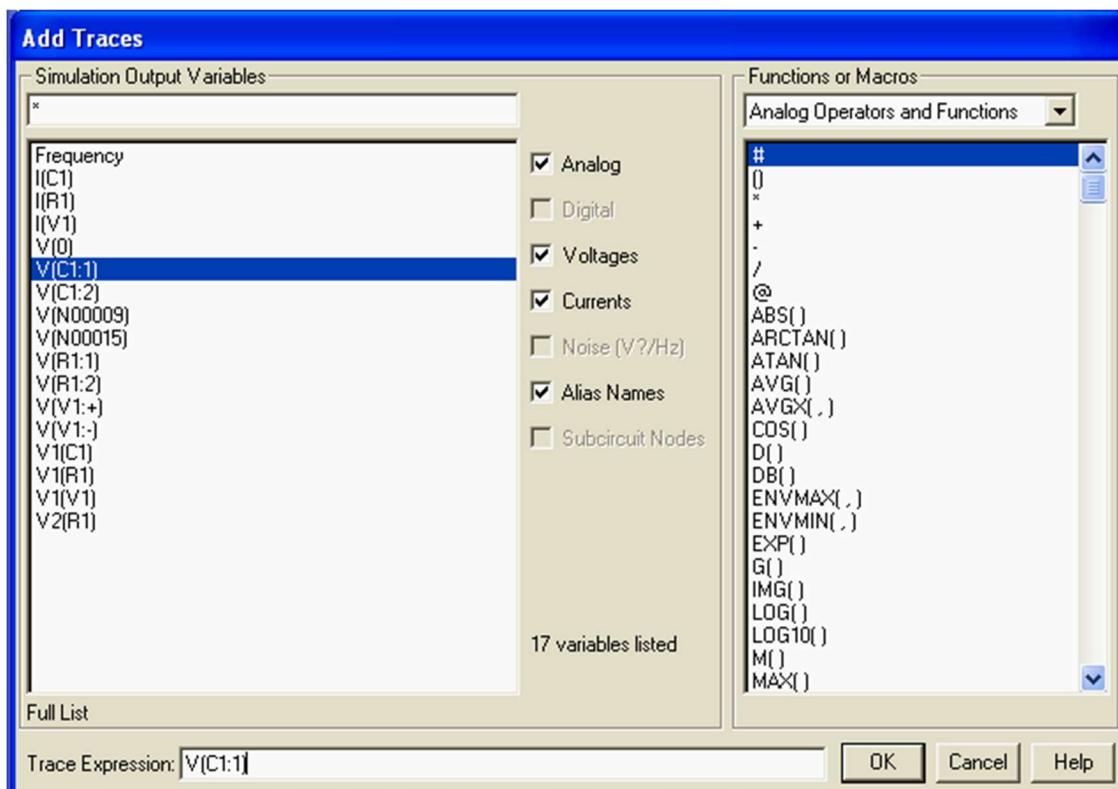
3. ตั้งค่าสำหรับ simulation

คลิกที่เมนู “PSPICE” และเลือก “New Simulation profile” จะปรากฏหน้าจอ “Simulation Setting” ที่เราสามารถกำหนดค่าได้ เช่น ให้ใส่ชื่อ simulation ที่เราต้องการ และเลือก “Create” จะมีหน้าจอ “Simulation Setting” ปรากฏขึ้นมา ให้คลิกที่เมนู “AC Sweep”

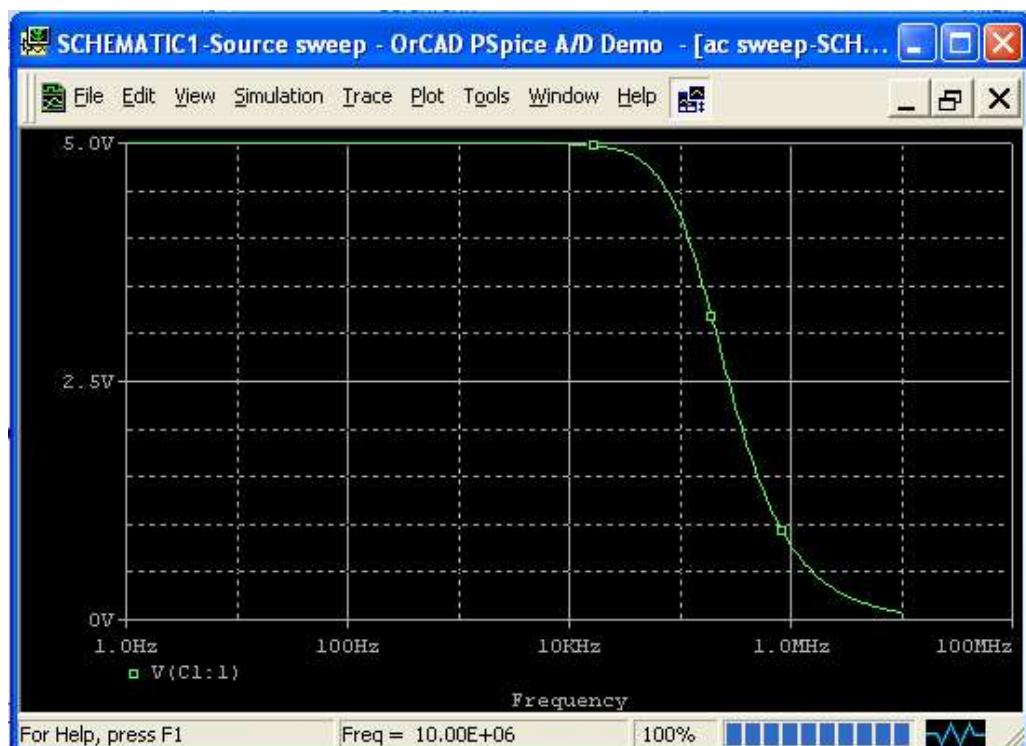
ในช่อง AC Sweep type ให้เลือก “Decade” พร้อมกับใส่ 1,10meg และ 50 ลงในช่อง Start Frequency, End Frequency และ Point/Decade ตามลำดับคลิก OK



4. คลิก Run ถ้าไม่มีความผิดพลาดจะปรากฏวินโดว์สำหรับแสดงกราฟ
5. ใน menubar ของกราฟ ให้คลิก “Trace” → “Add Trace” และจะปรากฏวินโดว์ Add Traces ขึ้นมา ให้เลือกแสดงค่า V_{out} ซึ่งในวงจรรูปที่ 3 V_{out} คือค่าโวลเตจคร่อมตัวเก็บประจุดังนั้นให้เลือก $V(C1:1)$ หรือ $V1(C1)$

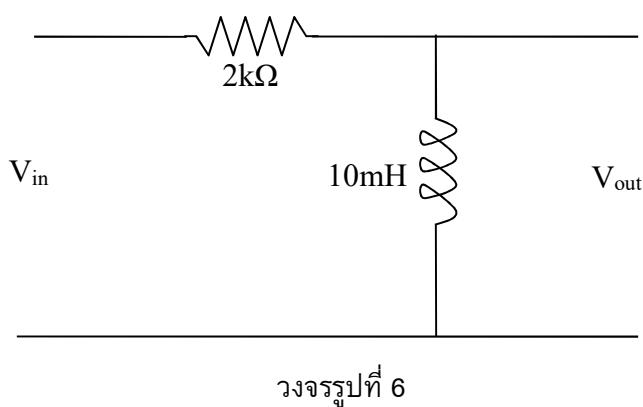
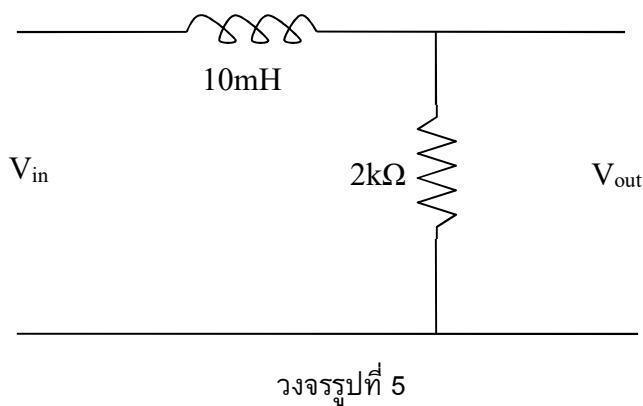
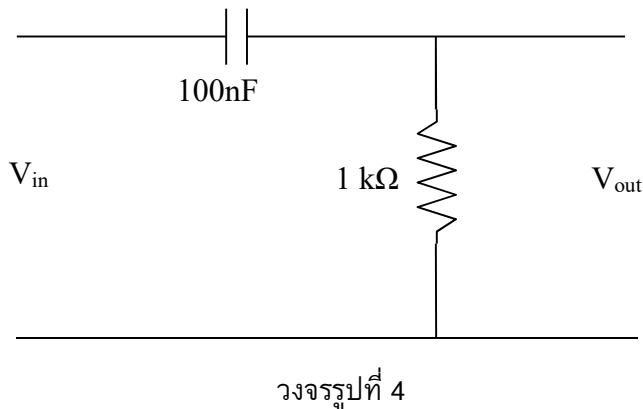


6. คลิก OK จะได้กราฟแสดงค่า V_{out} ที่ความถี่ต่างๆ ดังรูป



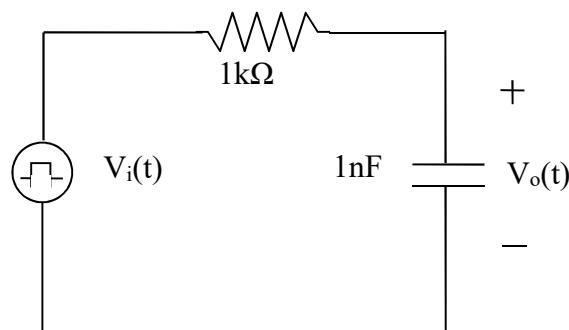
แบบฝึกหัด 1

ทำการวิเคราะห์โดยใช้ AC Sweep สำหรับวงจรรูปที่ 4, 5 และ 6

**IV. TRANSIENT ANALYSIS**

การวิเคราะห์ transient มีจุดประสงค์เพื่อดูพฤติกรรมของวงจรต่อการเปลี่ยนแปลงแบบกระทันหันเช่น อินพุทมีการเปลี่ยนแบบสเต็ป (Step input) ในตัวอย่างนี้จะวิเคราะห์วงจร RC ที่มีอินพุทเป็น Unit step ดังวงจรรูปที่ 7

- สร้าง new project และต่อวงจรรูปที่ 7 ลงใน schematics

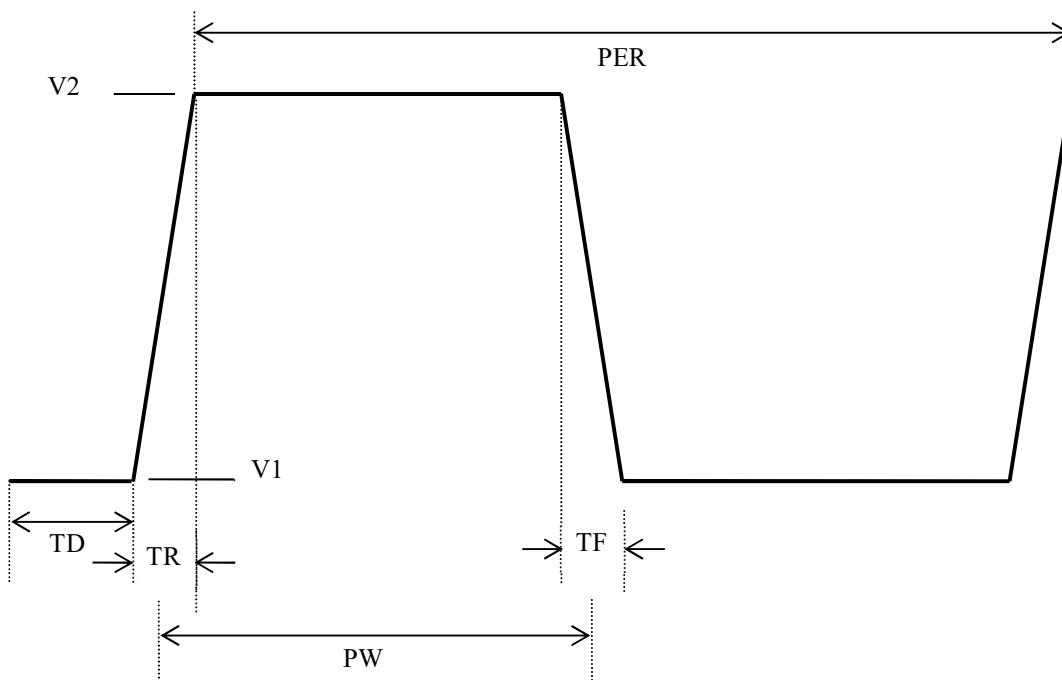


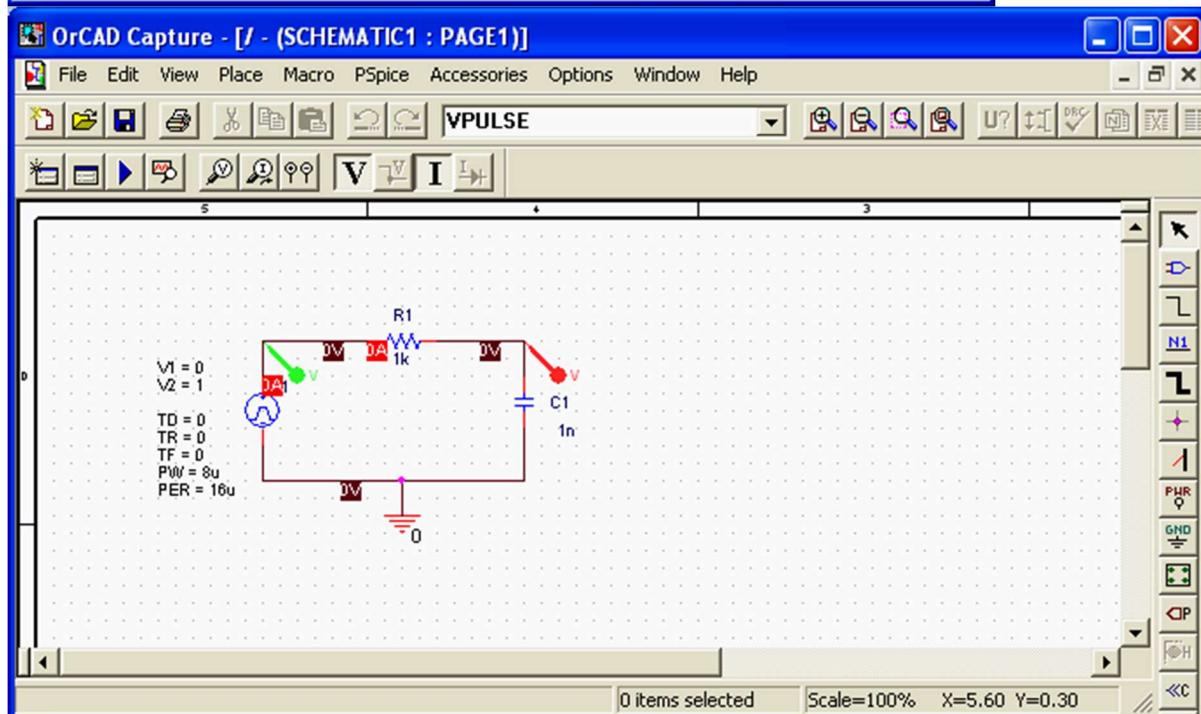
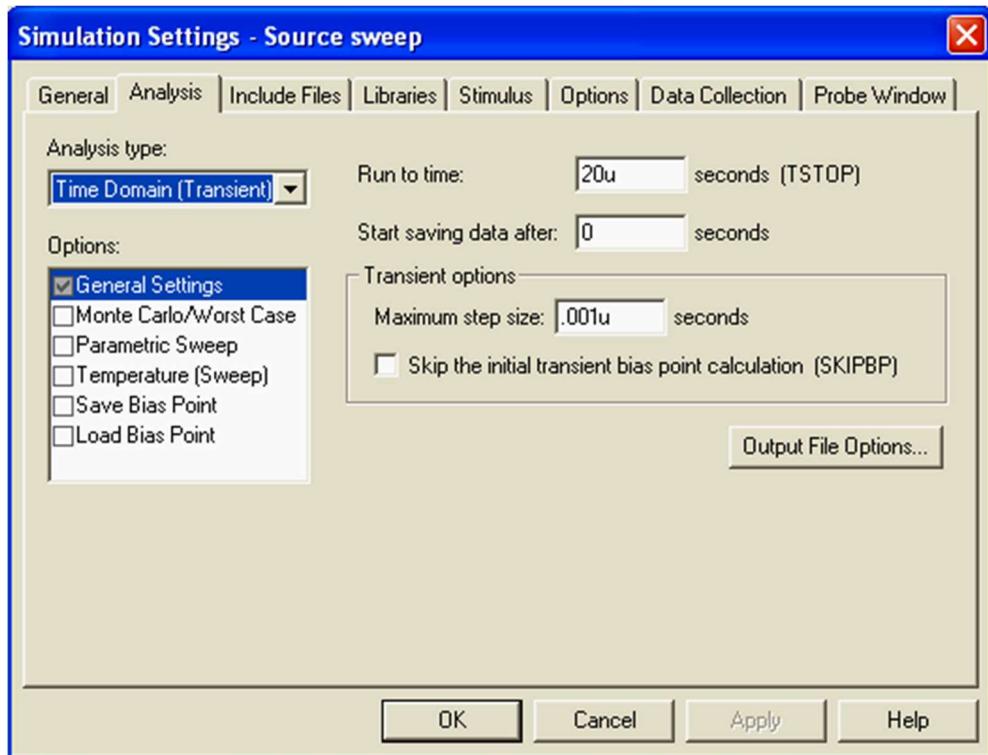
วงจรรูปที่ 7

- เลือก $V_i(t)$ เป็น step input โดยคลิก “Place” → “Part” → “Source” → “VPULSE”

ตั้งค่ารายละเอียด parameter ของ VPULSE ดังนี้

$V1 = 0$	For the pulse, the beginning voltage level
$V2 = 1$	For the pulse, the ending voltage level
$TD = 0$	The delay time of the pulse, from the simulation starting point (0 seconds)
$TR = 0$	The rise time
$TF = 0$	The fall time
$PW = 8\mu$	The pulse width
$PER = 16\mu$	The period of the pulse





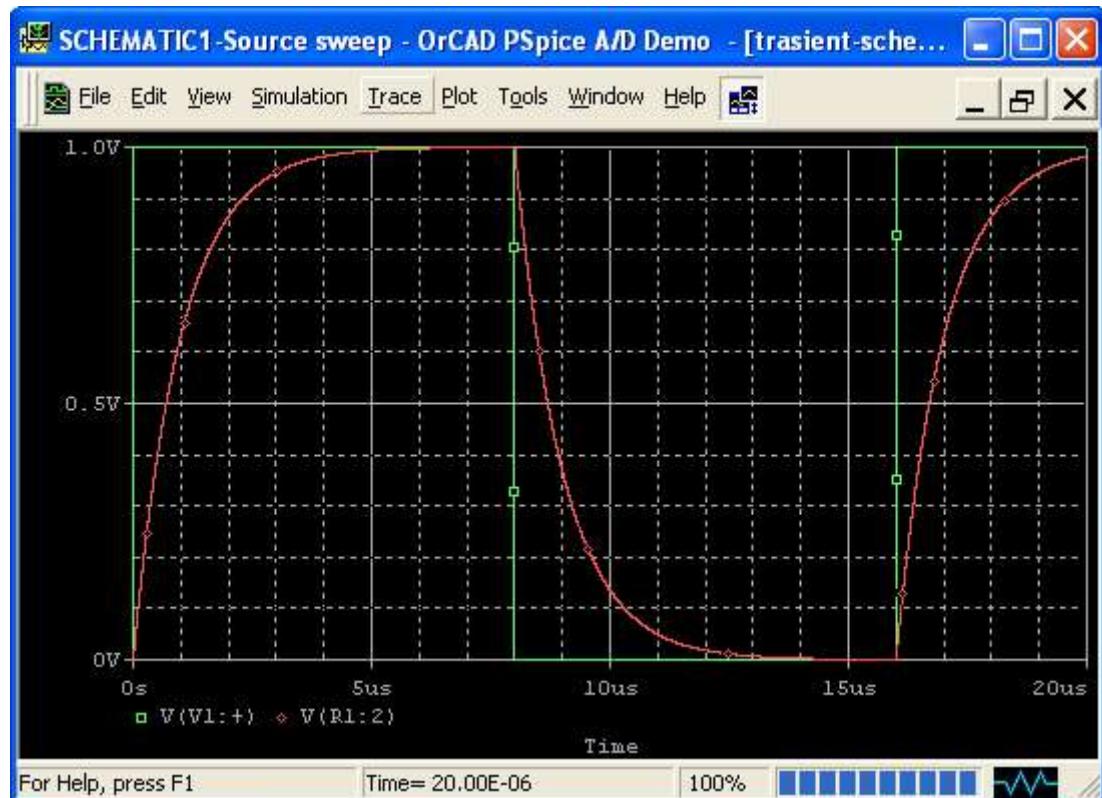
3. ต่อกราวน์ด์ให้กับบังจาร
4. ตั้งค่าสำหรับ simulation ดังนี้: คลิกที่เมนู “PSPICE” และเลือก “New Simulation profile” ใส่ชื่อสำหรับ Simulation และ คลิก “Create”

ช่อง analysis type เลือก “ Time Domain (Transient)”

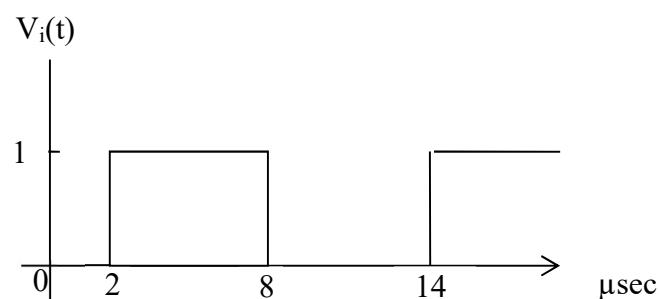
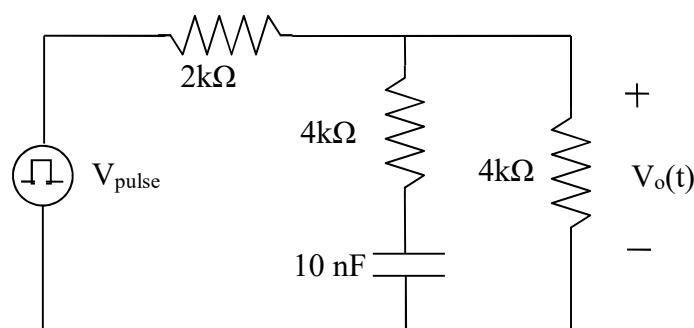
ช่อง Run to time ใส่ค่า “20u” (เป็นระยะเวลาที่เรากำหนดให้ program ทำการ simulate)

ช่อง Start saving data after ใส่ค่า “0” และช่อง maximum step size ใส่ “0.001u” (หากต้องการกราฟมีจำนวนจุดในการplotอยู่มากขึ้น ก็กำหนดค่านี้ให้น้อยลง เช่น ใส่ “0.0005u”)

คลิก OK และ run จะได้ผลดังรูป



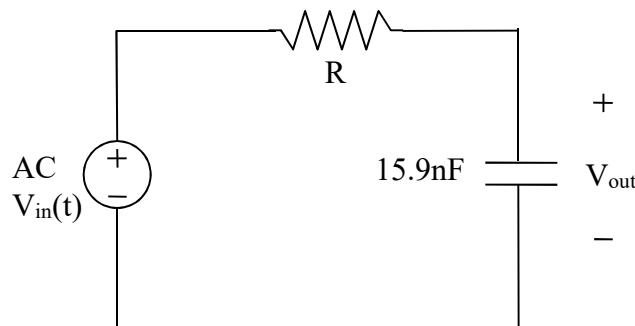
5. ทำวิเคราะห์ transient analysis ซึ่งมี voltage input $V_i(t)$ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8

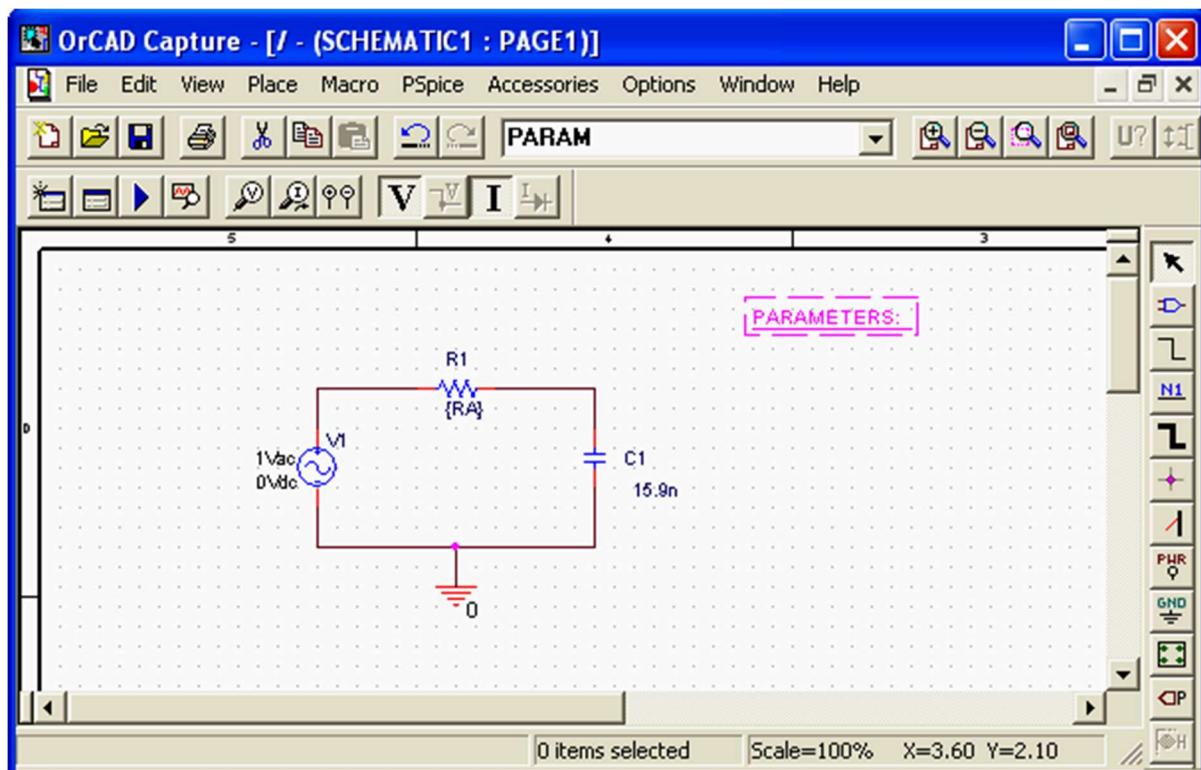
V. CIRCUIT FREQUENCY RESPONSE

ในตัวอย่างนี้ จะเนื่องอกับการใช้ AC Sweeping โดยจะมีการเปลี่ยนความถี่ของโวลเตจอินพุตและหา frequency response ของโวลเตเจ้อท์พุทในวงจรรูปที่ที่ 9 จะทำการวิเคราะห์ Frequency response ของ เออท์พุท V_{out} เมื่อ R มีค่า = $1k\Omega$, $10k\Omega$, $100k\Omega$

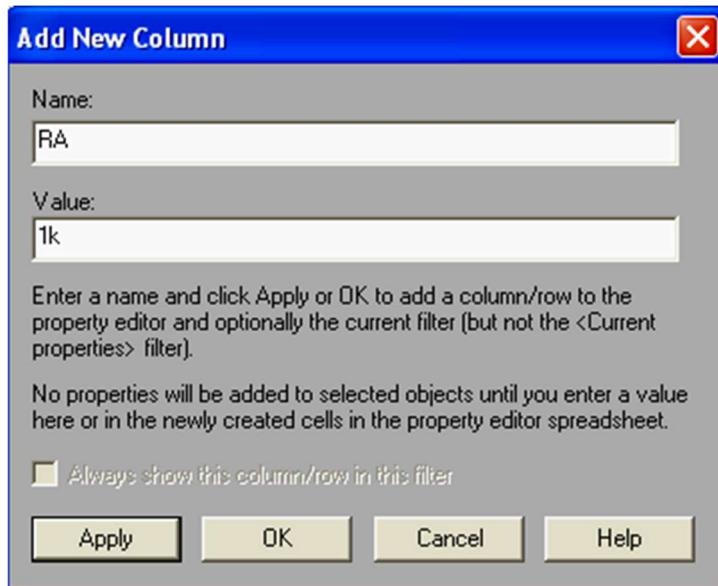


วงจรรูปที่ 9

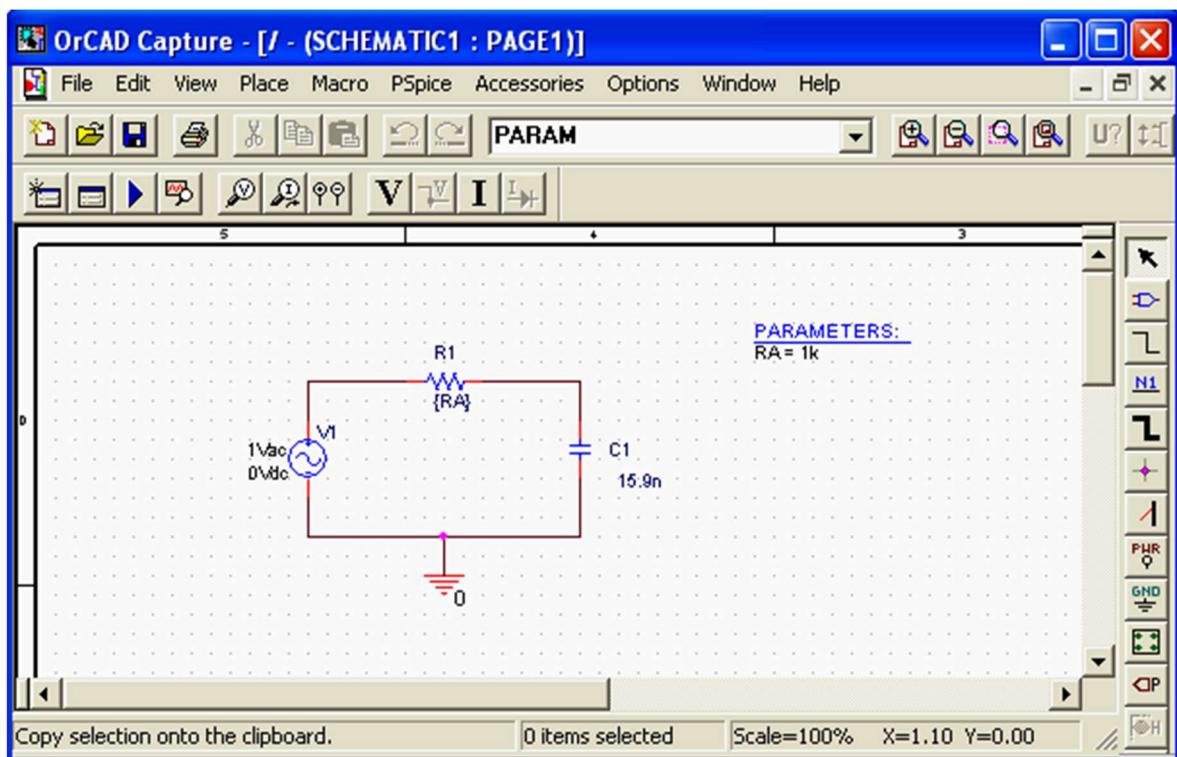
1. เริ่มโปรเจคใหม่ หรืออาจเปิดไฟล์เก่าถ้าสร้างไว้แล้ว (File → New → Project...)
2. สร้างวงจรรูปที่ที่ 9 ใน Schematics Window กำหนดให้ $V_{in}(t)$ มีแอมปลิจูดเท่ากับ 1V และ ต่อกราวน์ดให้กับ วงจร
3. คลิกที่ค่าของตัวด้านหน้า 2 ครั้ง และเปลี่ยนค่าจาก $1k$ เป็น {RA} (note : เครื่องหมายปีกกา สำคัญ)
4. คลิก Place → Part → Special และเลือก PARAM และวางลงใน Schematic Window



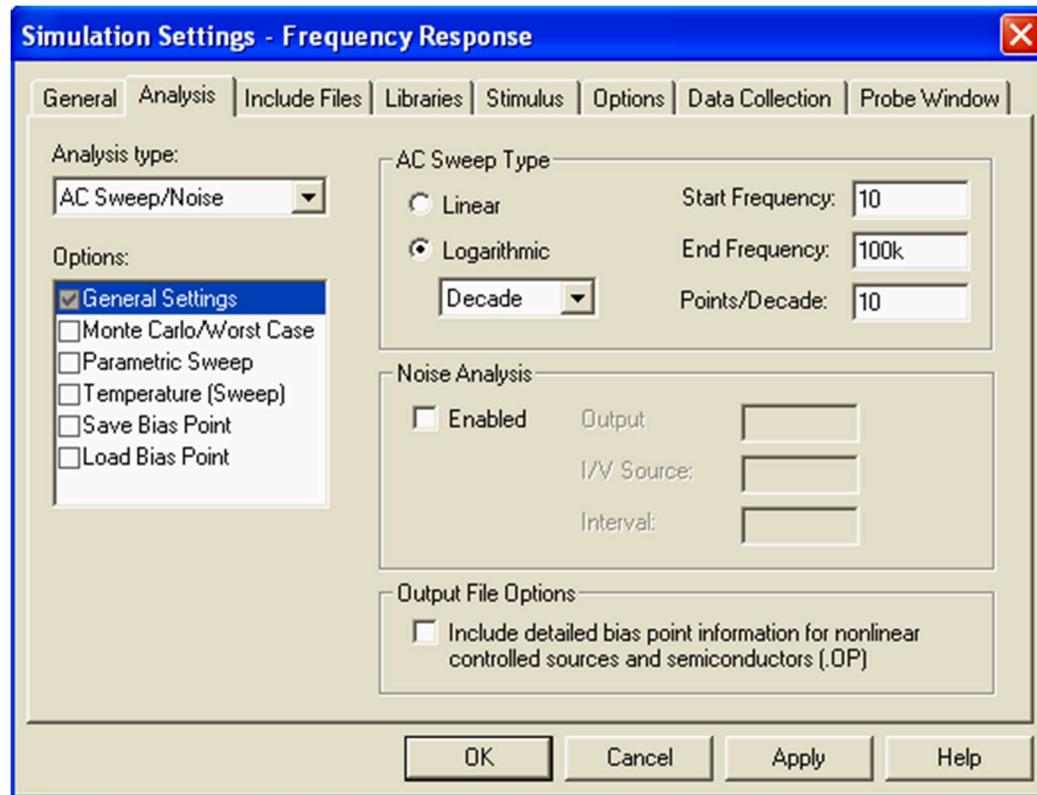
5. คลิก “Parameters” 2 ครั้ง วินโดว์ Schematic จะเปลี่ยนเป็นวินโดว์ Property Editor ให้คลิก “New Column” ให้ใส่ชื่อตัวแปล RA (ชื่อตัวแปลในเครื่องหมายปีกกา) และใส่ค่า 1k (ค่าเริ่มต้นของ RA) ในช่อง Value



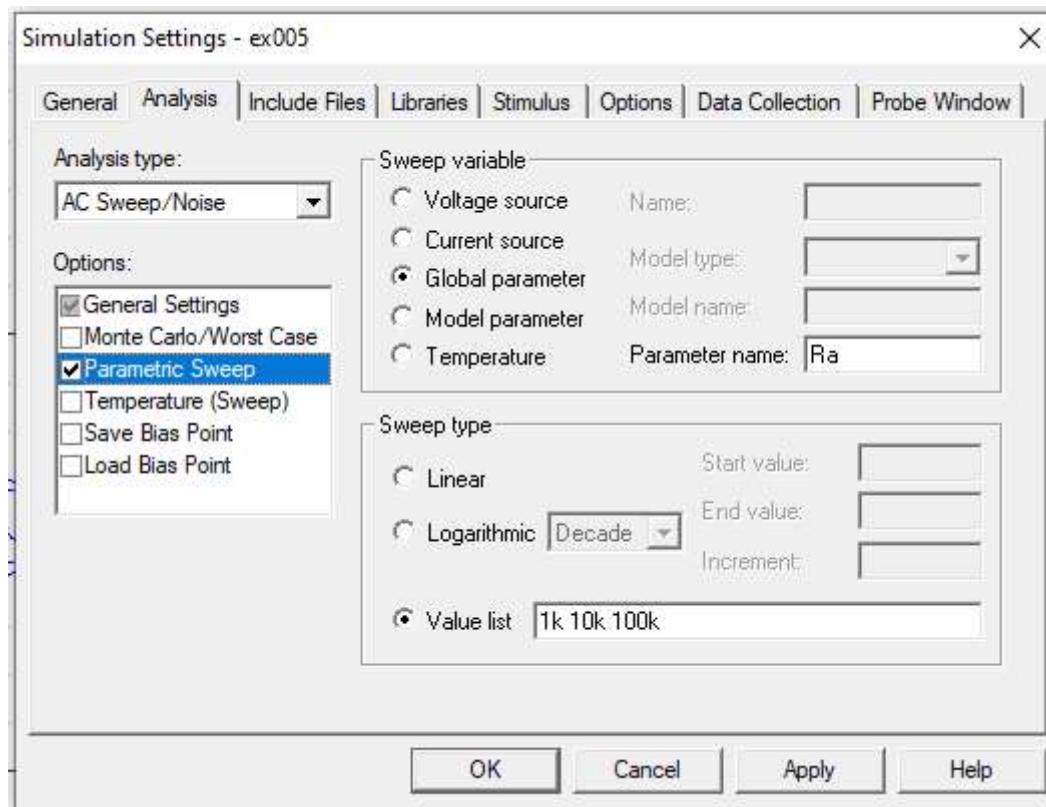
คลิก OK แล้วคลิก “x” ที่มุมขวาเพื่อปิดวินโดว์ Property Editor และกลับสู่ Schematic Window อีกครั้ง



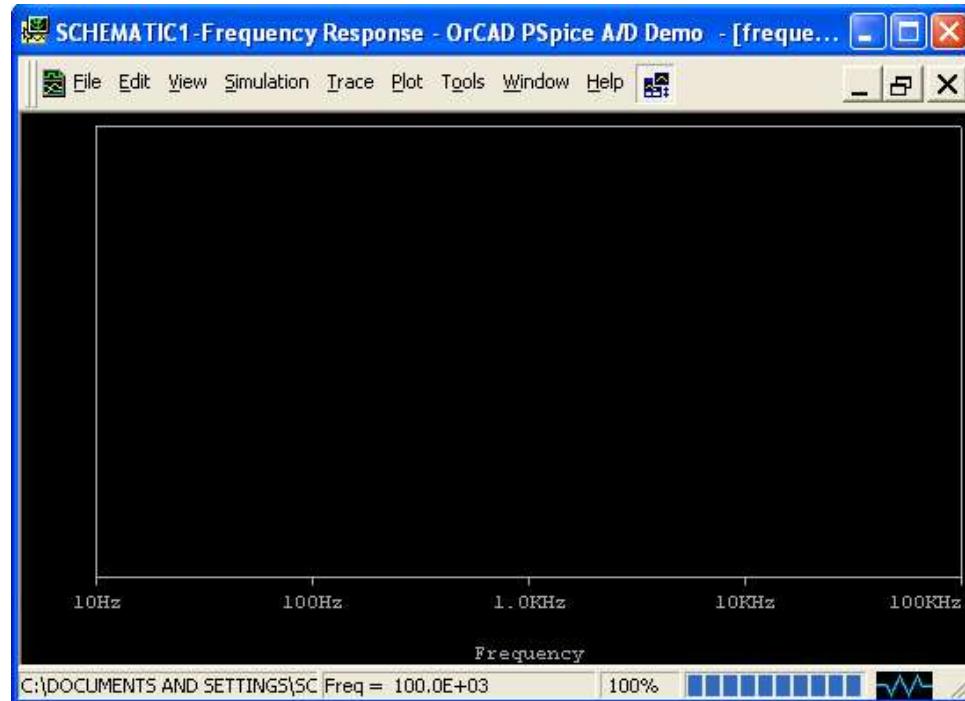
6. ไปที่ เมนู “PSPICE” และเลือก “New Simulation Profile” ในช่อง Analysis type เลือก AC Sweep/Noise ในช่อง AC Sweep type เลือก Logarithmic และเลือก Decade
สำหรับ Frequency range ใส่ค่า Start Frequency = 10, End Frequency = 100k และ Points/Decade = 10



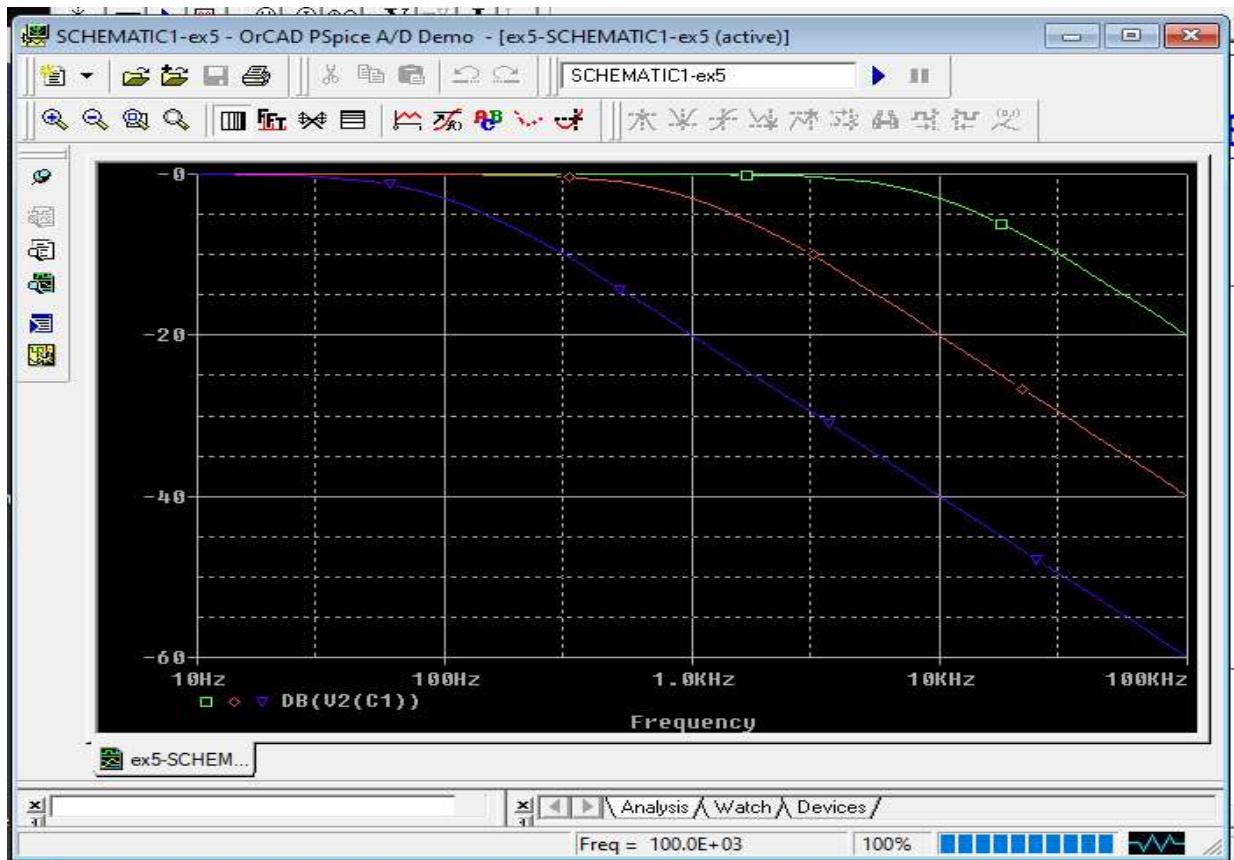
7. ใส่ “” ของที่มีข้อความ “Parametric Sweep” ในส่วนของ Sweep variable ให้เลือก (ใส่ “●”) ในช่องที่มีข้อความ “Global parameter” และใส่คำว่า “RA” ในช่อง Parameter name: เนื่องจากว่าเราต้องการเปรียบเทียบ frequency response จากการเปลี่ยนค่า R เพียง 3 ค่า ดังนั้นในช่อง sweep type ให้เลือก “value list” และใส่ 1k 10k 100k และคลิก OK



8. คลิก OK และ Run ถ้าไม่มี error จะปรากฏในโดร์ซึ่งเป็นแม่ข่าย Probe ปรากฏขึ้นมาดังรูป (โปรแกรมอาจต้องมีการคลิก OK ก่อนถึงปรากฏในโดร์ขึ้นมา)



9. สร้างกราฟสำหรับดู frequency response ของ voltage คร่อม C1 ดังนี้คลิกเมนู “Trace” เลือก “Add Trace...” จะปรากฏในโดร์ Add Traces ขึ้นมา ในช่องขวาเลือก “DB()” และในช่องซ้ายให้เลือก “V2(C1)” ซึ่งคือ Voltage คร่อม capacitor คลิก OK เราจะเห็นรูปดังข้างล่างปรากฏขึ้นมา



10. ในกราฟ ถ้าต้องการดูค่าต่างในกราฟ สามารถใช้ cursor ได้โดยคลิกที่เมนู Trace→Cursor และเลือก Displays จะปรากฏ cursor probe ซึ่งเมื่อเลื่อนไปบนกราฟจะแสดงค่าของกราฟจุดนั้นๆ

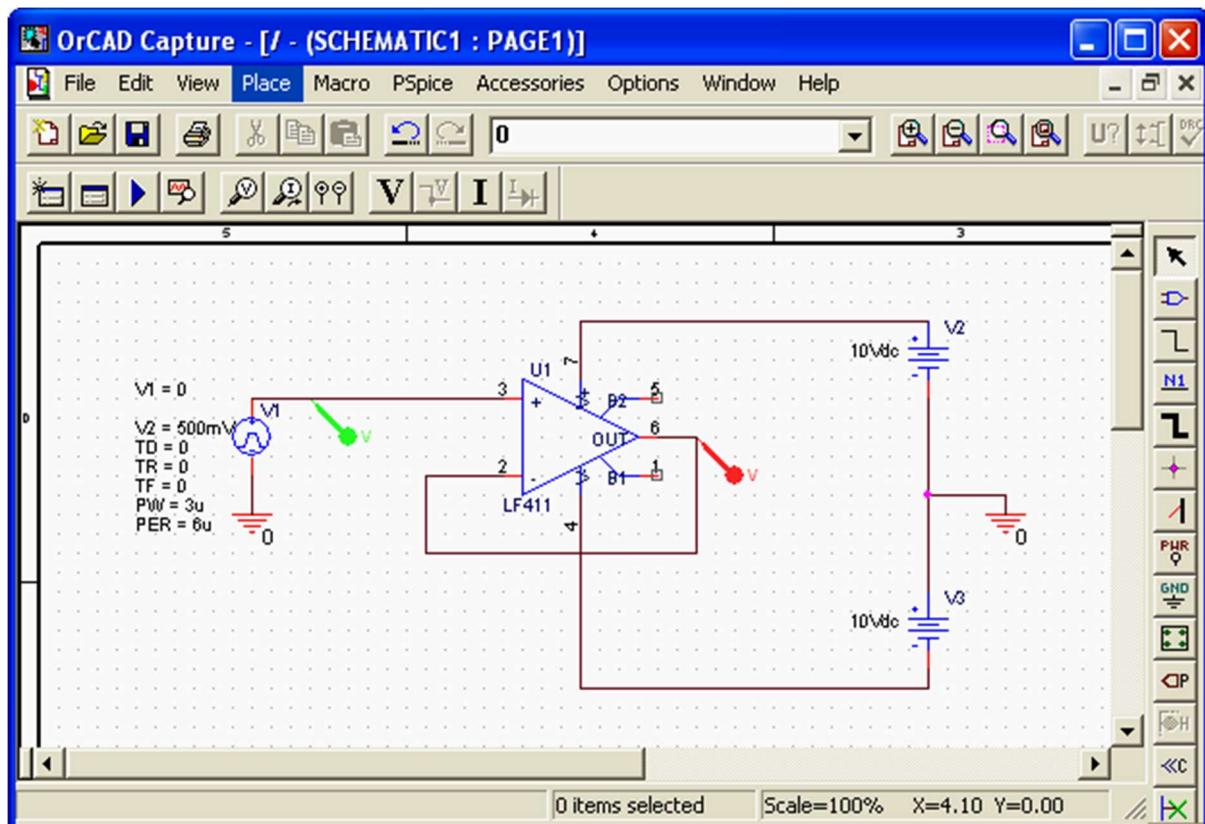
VI. PSPICE AND ELECTRONIC DEVICES

ใน PSpice นอกจากมีอุปกรณ์ R L C และแหล่งจ่ายแบบต่างๆ สำหรับการ Simulation แล้วยังมี Electronic device และ IC ต่างๆ เช่น Diode, Op-amp, Transistor ฯลฯ โดยจะอยู่ใน library ชื่อ EVAL ในตัวอย่างต่อไปนี้ จะเป็นการ simulation สำหรับวิเคราะห์วงจรที่มี electronic device เหล่านี้เป็นส่วนประกอบในวงจร

A. OP-Amp Simulation

วงจร Buffer โดยใช้ op-amp LF411:

- สร้างวงจร buffer ใน schematic window ดังรูปด้านล่าง (ถ้าไม่ปรากฏ op-amp LF411 สำหรับเลือกใช้ให้ทำการ add library "EVAL")



- ใช้ Step input ป้อนให้กับอินพุต ใช้ Probe จับที่อินพุตและเอาท์พุต ดังรูป
- Set ค่าสำหรับ Simulation โดยใช้ Time Domain (transient) analysis และใส่ช่วงเวลาให้ โปรแกรมทำการ simulate ในที่นี้ทดลองใส่เวลาให้เริ่มจาก 0 ถึง 6 msec

- Run และควรได้ผลดังรูปด้านล่างนี้

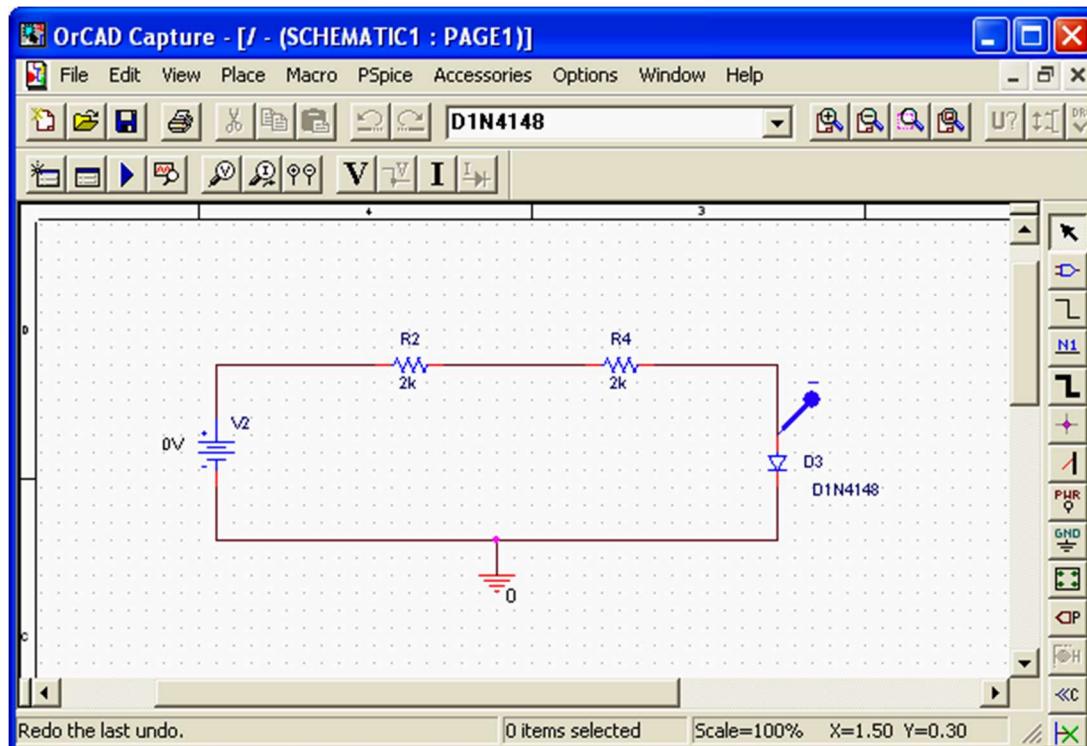


- ให้ทดลองทำการ simulate วงจร (inverting or non-inverting) amplifier หรือวงจรอื่นๆ (เช่น วงจร Differential, Integrator, Comparator, Schmidt trigger) ที่สร้างโดย Op-Amp

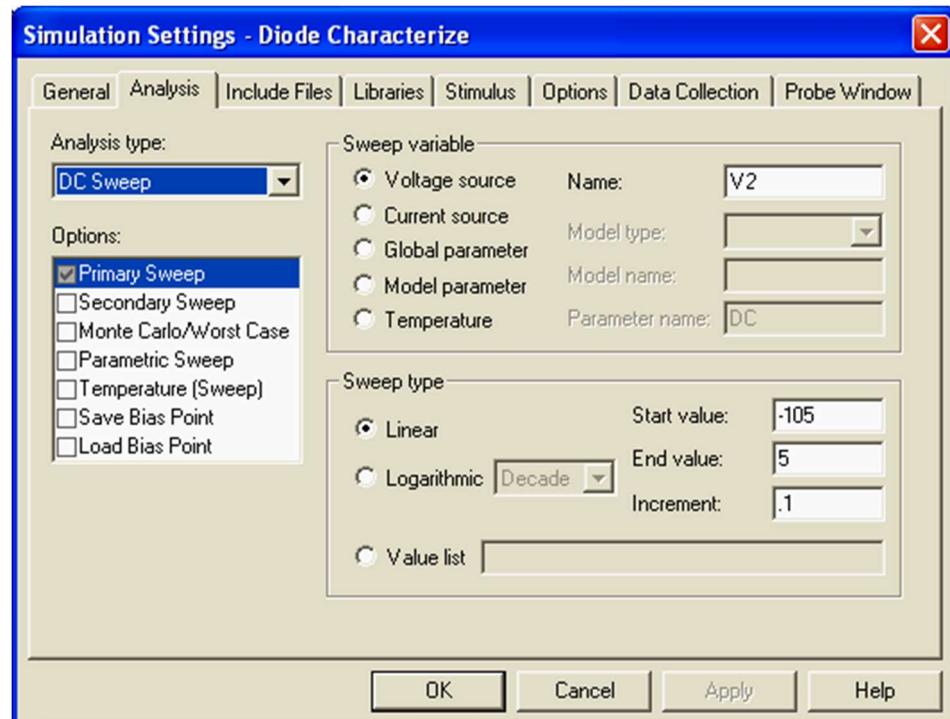
B. Diode Circuit Simulation

ในตัวอย่างนี้จะใช้ PSpice จำลองการคุณลักษณะของไดโอด โดยจะใช้ model diode เบอร์ D1N4148

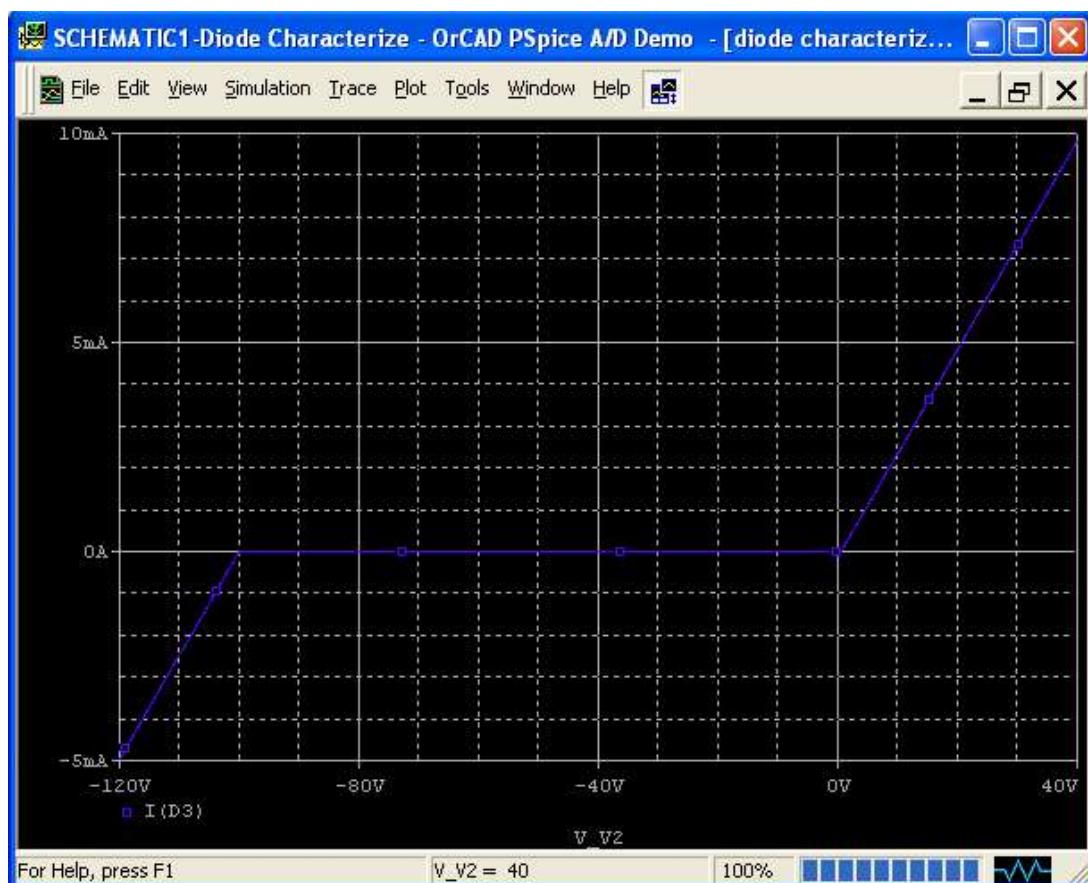
- สร้างวงจรไดโอดใน schematic ดังรูปด้านล่างนี้ (หากอุปกรณ์ไดโอด ได้ใน library ชื่อ“EVAL”) พร้อมทั้งต่อ Probe กระแสสำหรับวัดกระแสที่ผ่านไดโอด



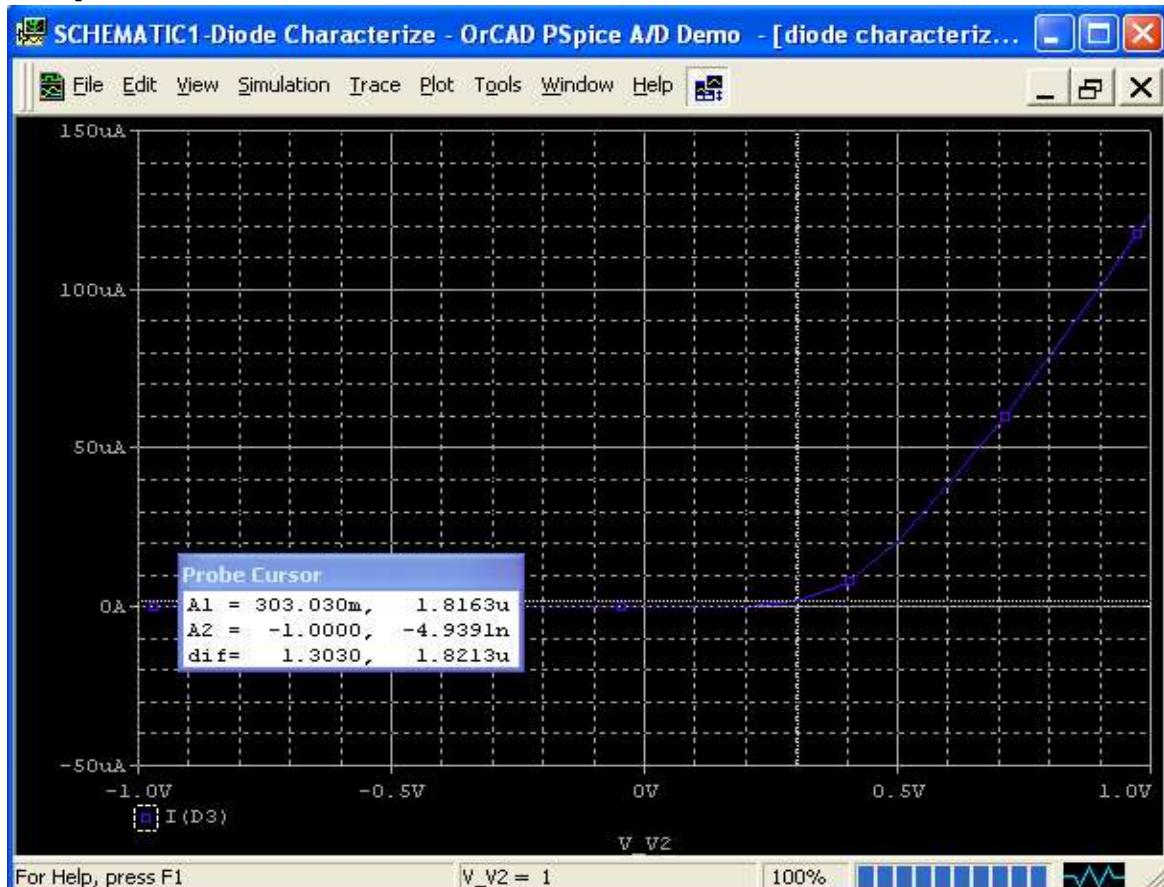
- Set พารามิเตอร์สำหรับ simulation โดยใช้ DC sweep analysis type โดยให้ voltage sourceเปลี่ยนค่าตั้งแต่ -105 V ถึง 5 V. และใส่ค่า step size ตามที่ต้องการ



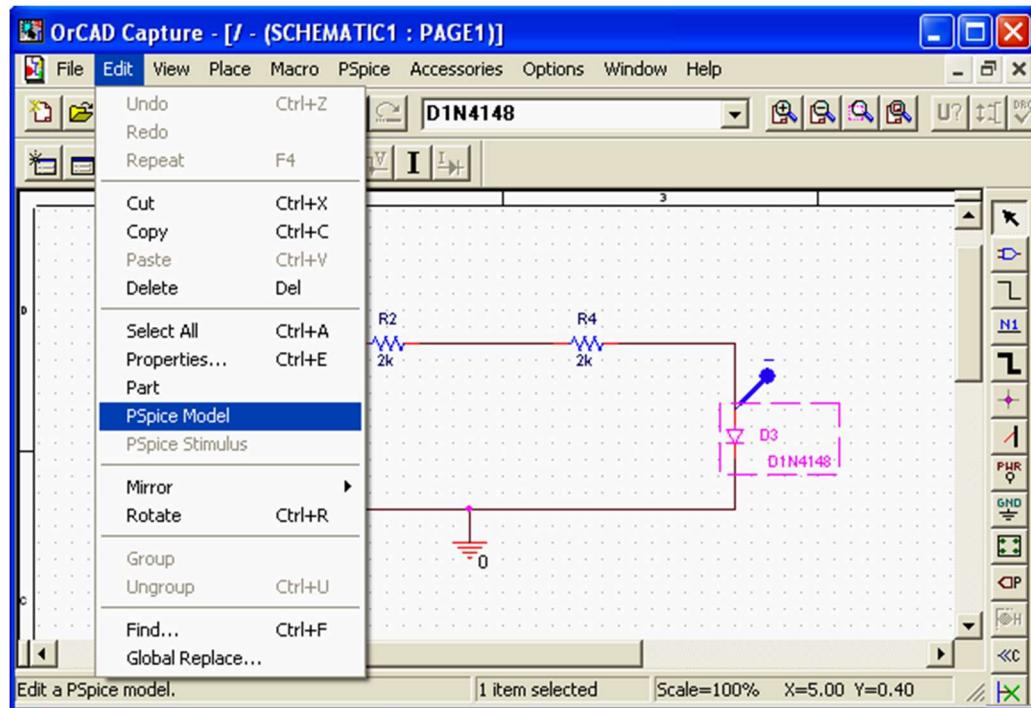
3. คลิก OK และ run จะได้ผลดังนี้



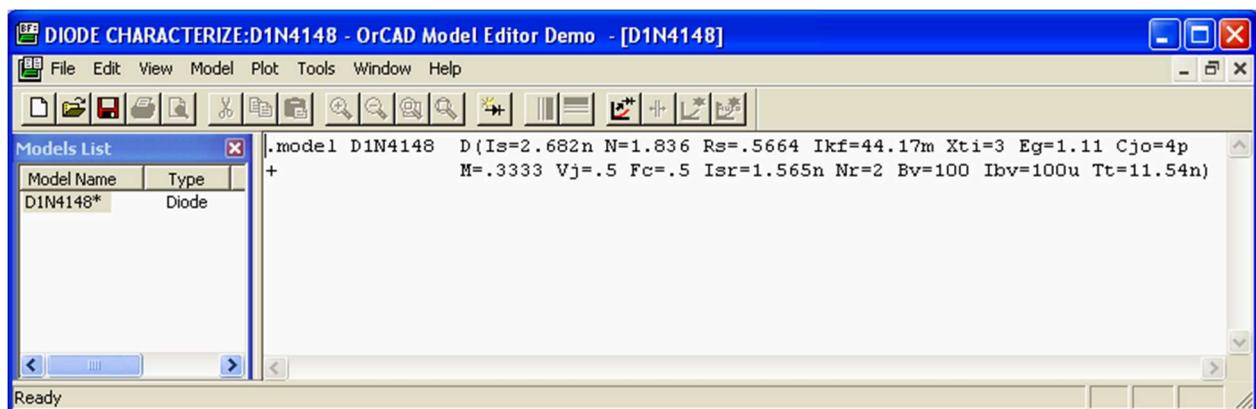
4. จากผลจะเห็นว่า ช่วง reversed bias ไดโอดจะมี breakdown point ที่ -100V ส่วนช่วง forward bias ไดโอด D1N4148 จะเริ่มเมื่อ bias voltage มีค่าตั้งแต่ 0.3-0.4โวลต์ จะเห็นได้ชัดขึ้นเมื่อขยายกราฟ ดังรูป



5. คุณลักษณะของไดโอดแต่ละเบอร์จะแตกต่างกันไป ซึ่งค่าที่แสดงคุณลักษณะของ PSpice model จะสามารถดูได้ โดยการคลิกเลือกไดโอดใน Schematic window และคลิกที่ toolbar “Edit” และ “PSpice model”



จะปรากฏผลดังนี้



โดย I_s = ค่ากระแสเสื่อมตัว

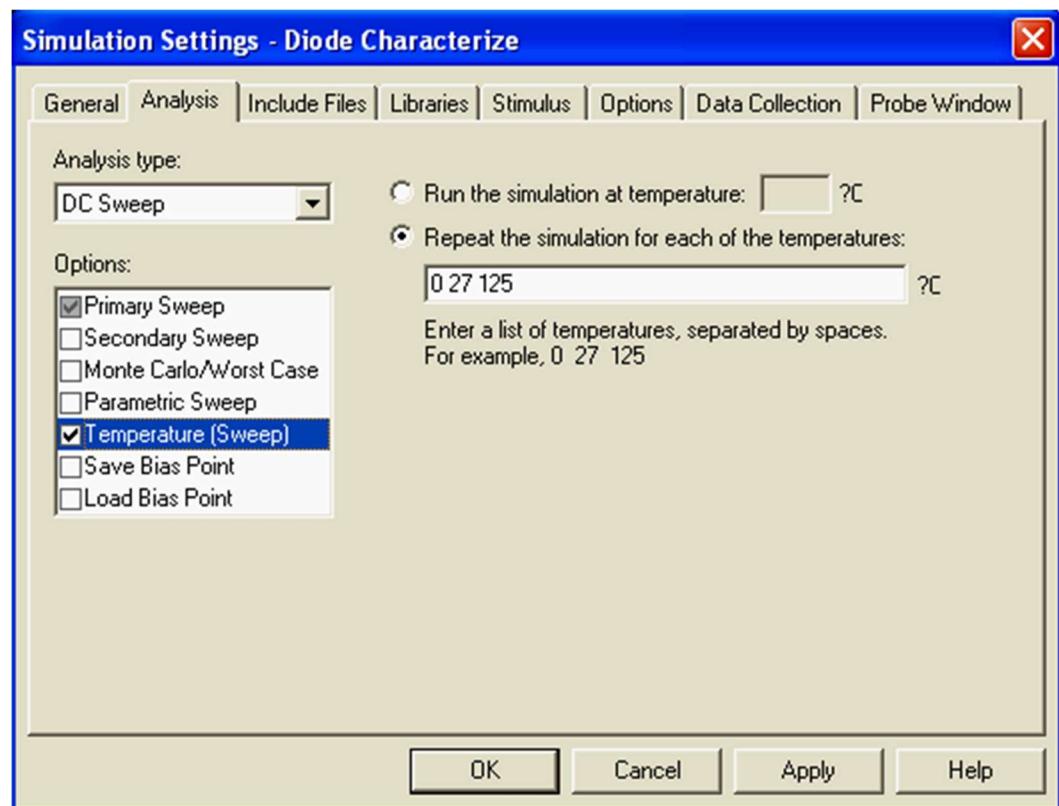
R_s = ค่าความต้านทาน

n = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย

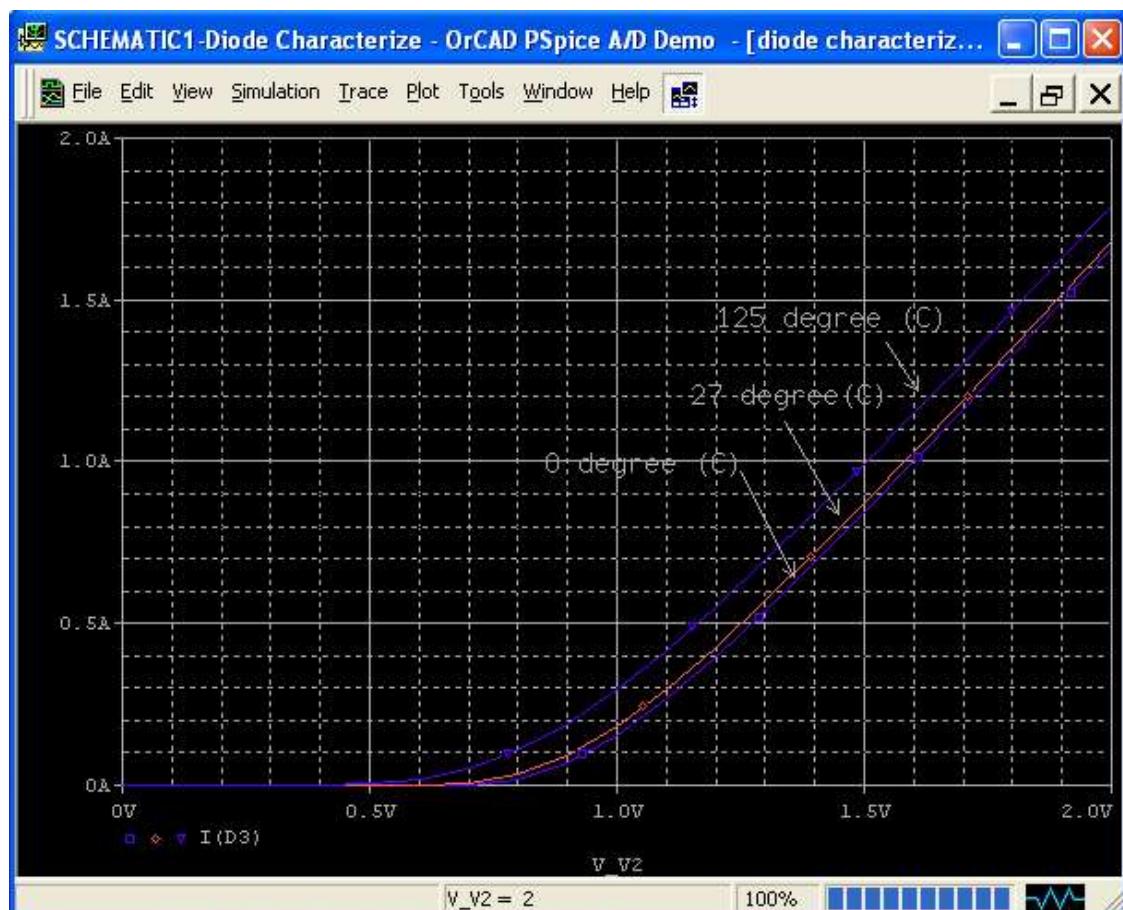
BV = ค่าแรงดัน Breakdown (Breakdown voltage)

IBV = ค่ากระแสที่แรงดัน Breakdown

6. จะดูผลกระทบของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของไ/do/d ที่อุณหภูมิ 0°C , 27°C , และ 125°C กระทำได้ โดย Edit Simulation Profile และเลือก Temperature (Sweep) option ละใส่อุณหภูมิที่ต้องการทดสอบ



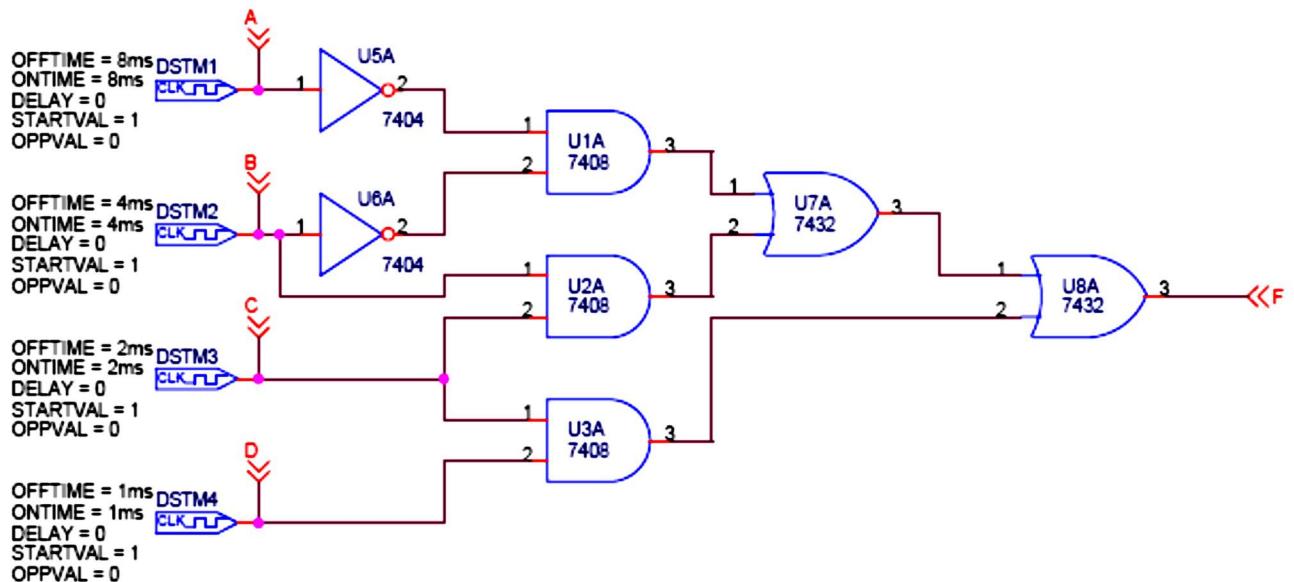
7. คลิก OK และ run จะได้ผลดังรูปด้านล่างนี้



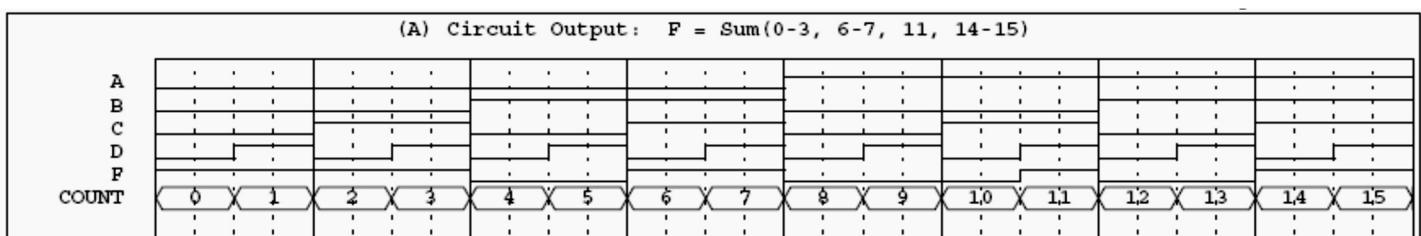
Assignment 1 A combinational logic circuit simulation โดยใช้ PSpice

Purpose: Implement the function $f(A,B,C,D) = A'B' + BC + CD$ using AND, OR, and NOT gates.

Analysis: In order to display the output for all 16 combinations of inputs, a TRANSIENT analysis will be performed. Since D is the LSB and has an ONTIME and OFFTIME of 1ms, the transient analysis should be performed for at least $16(1\text{ms}) = 16\text{ms}$.

**Notes:**

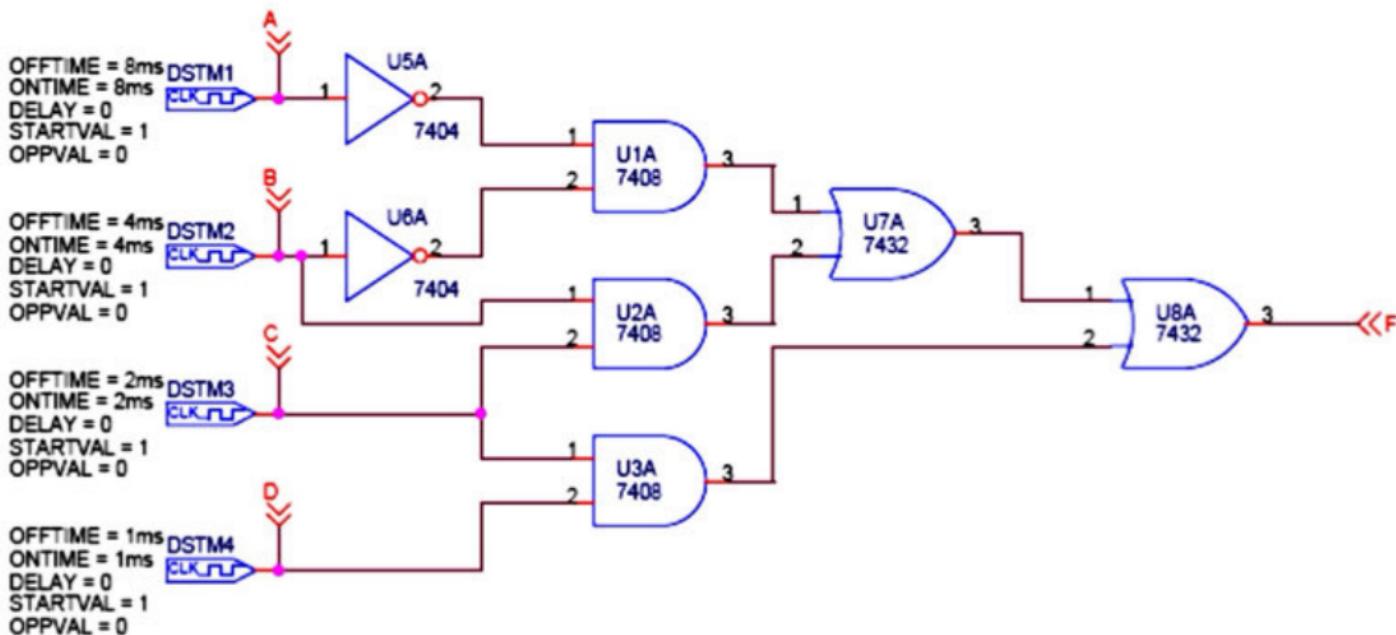
- 1) The logic gates are found in the EVAL library.
- 2) Digital Clocks from the SOURCE library are used for the circuit inputs.
- 3) The frequency (or the ONTIME and OFFTIME) of the digital clocks is not important. The ONTIME and OFFTIME for D were chosen as 1ms, but could have just as easily been 1us or 5s.
- 4) OFFPAGE symbols (<<C on the toolbar) were used to conveniently label the inputs A, B, C, D and the output F. These labels can then be used when graphing the results.
- 5) The binary value of the input has been displayed on the graph by using a BUS (group of signals). To do this, analyze the circuit and on the graph select TRACE - ADD then enter {A,B,C,D};COUNT;D where {A,B,C,D} represents the signals in the binary value with the MSB listed first COUNT could be any name that will appear on the graph. D means to show the count in decimal format (use B for binary, O for octal, and H or X for hexadecimal). The result should be as below.

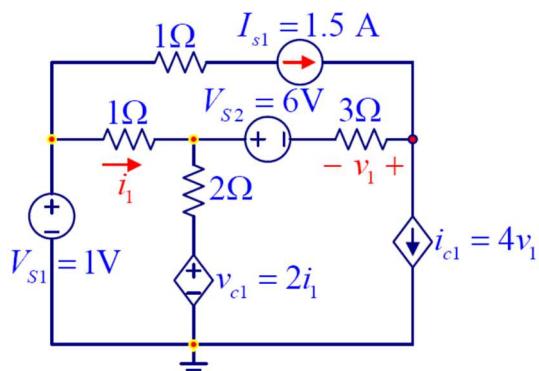


Assignment 1 A combinational logic circuit simulation ໄດຍໃຊ້ PSpice

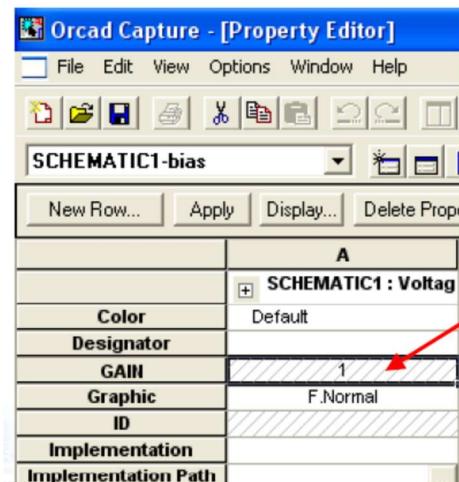
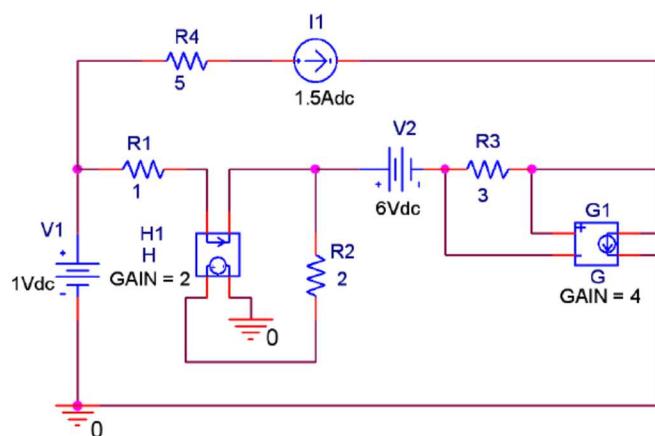
Purpose: Implement the function $f(A,B,C,D) = A'B' + BC + CD$ using AND, OR, and NOT gates.

Analysis: In order to display the output for all 16 combinations of inputs, a TRANSIENT analysis will be performed. Since D is the LSB and has an ONTIME and OFFTIME of 1ms, the transient analysis should be performed for at least $16(1\text{ms}) = 16\text{ms}$.



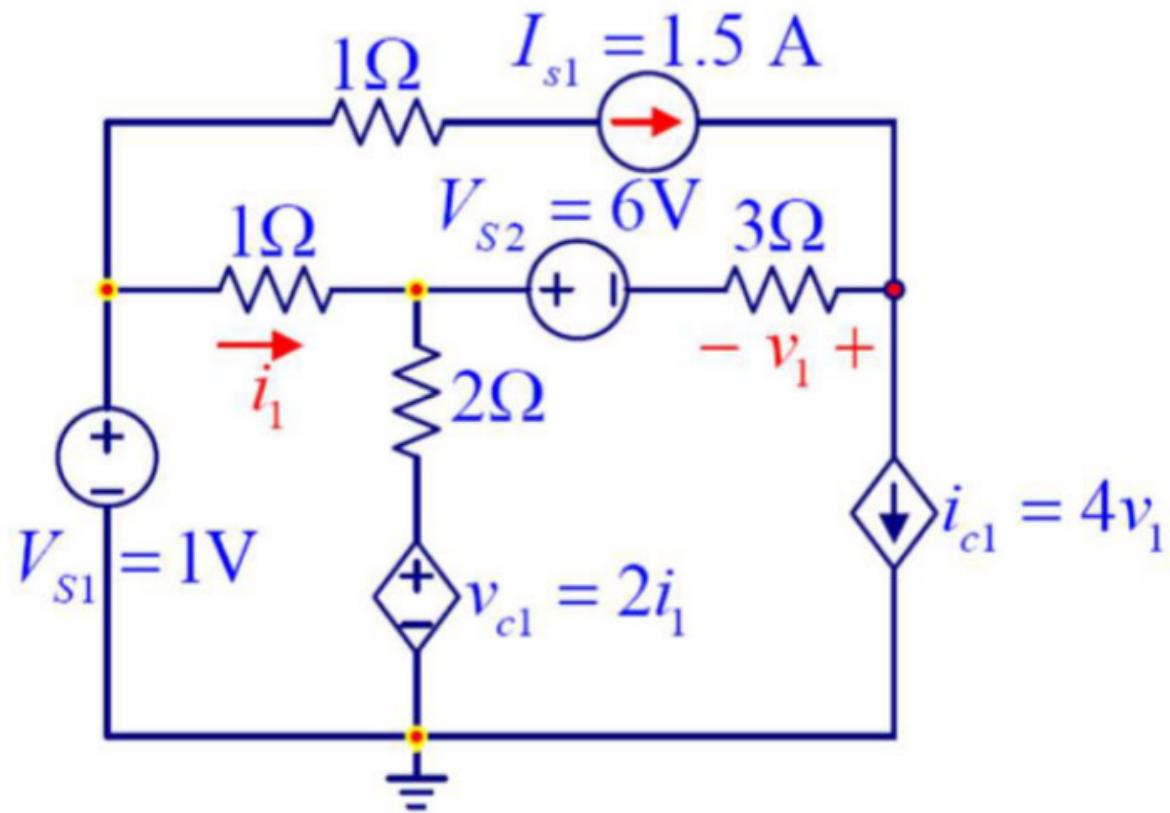
Assignment 2 วงจรที่มี Dependent source

สามารถทำการสร้าง schematic สำหรับ Simulation ได้ดังนี้

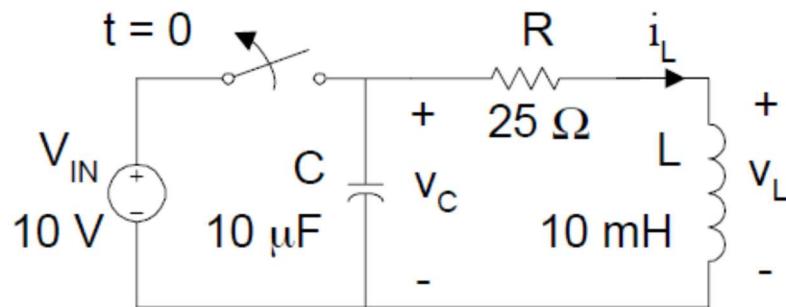


DCLICKL ที่ component นั้น จะเป็นหน้า Property Editor

Assignment 2 วงศ์ที่ ๔ Dependent source



Assignment 3 SIMULATING A TRANSIENT CIRCUIT



In the EVAL library → Sw_tOpen switch ; Double click on its symbol and edit property as follow;

$tOpen = 0 \rightarrow$ time at which switch opens

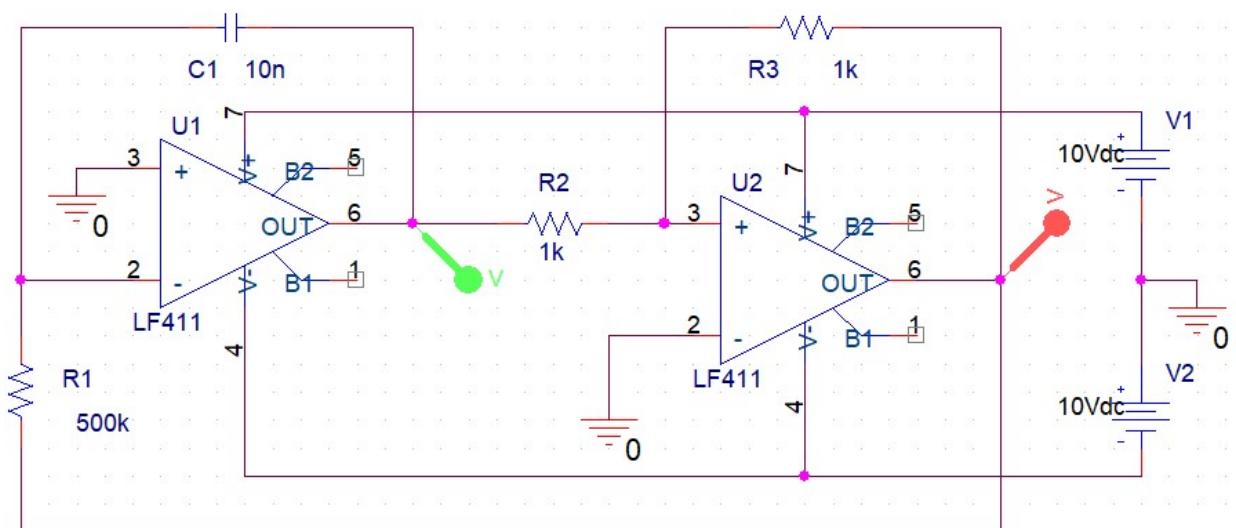
$ttran = 1\text{n} \rightarrow$ elapsed time between closed and open conditions

$Rclosed = 0.01 \rightarrow$ switch resistance when closed

$Ropen = 1\text{Meg} \rightarrow$ switch resistance when open

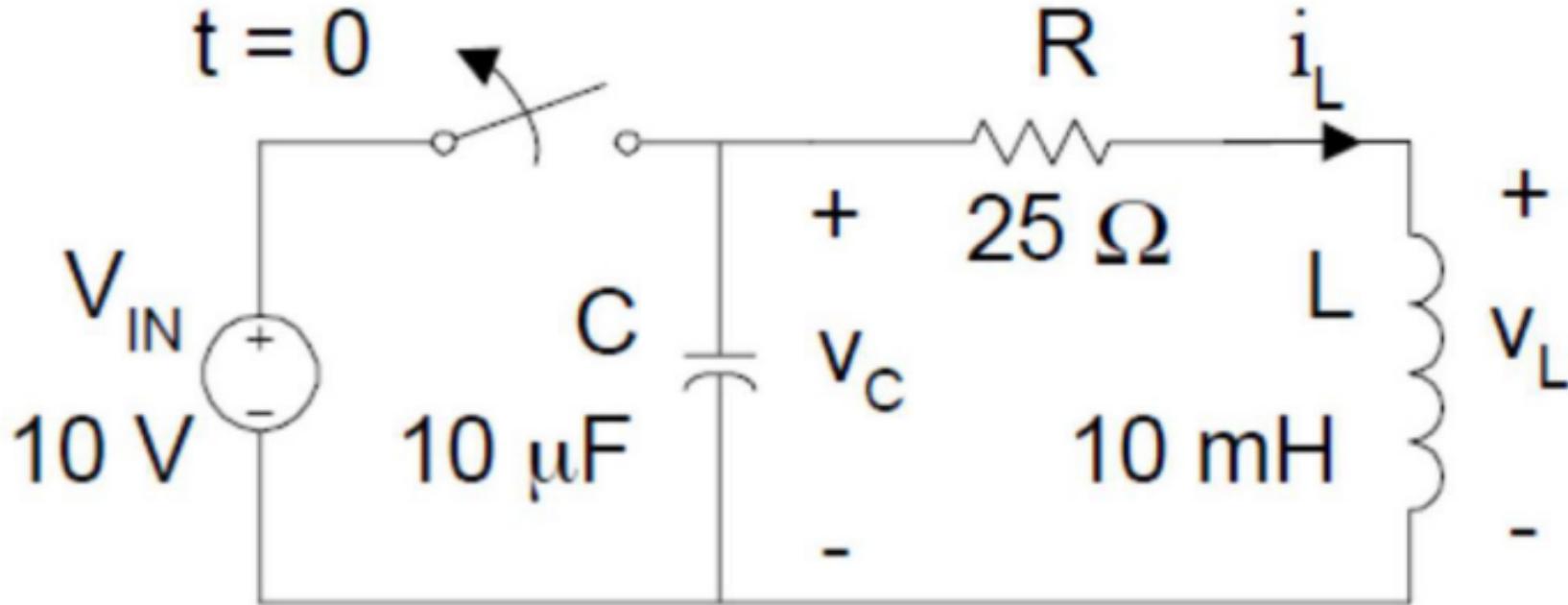
Show $V(C)$, $V(L)$ and $I(L)$ in Transient mode within 5mS.

Assignment 4 Opamp oscillator

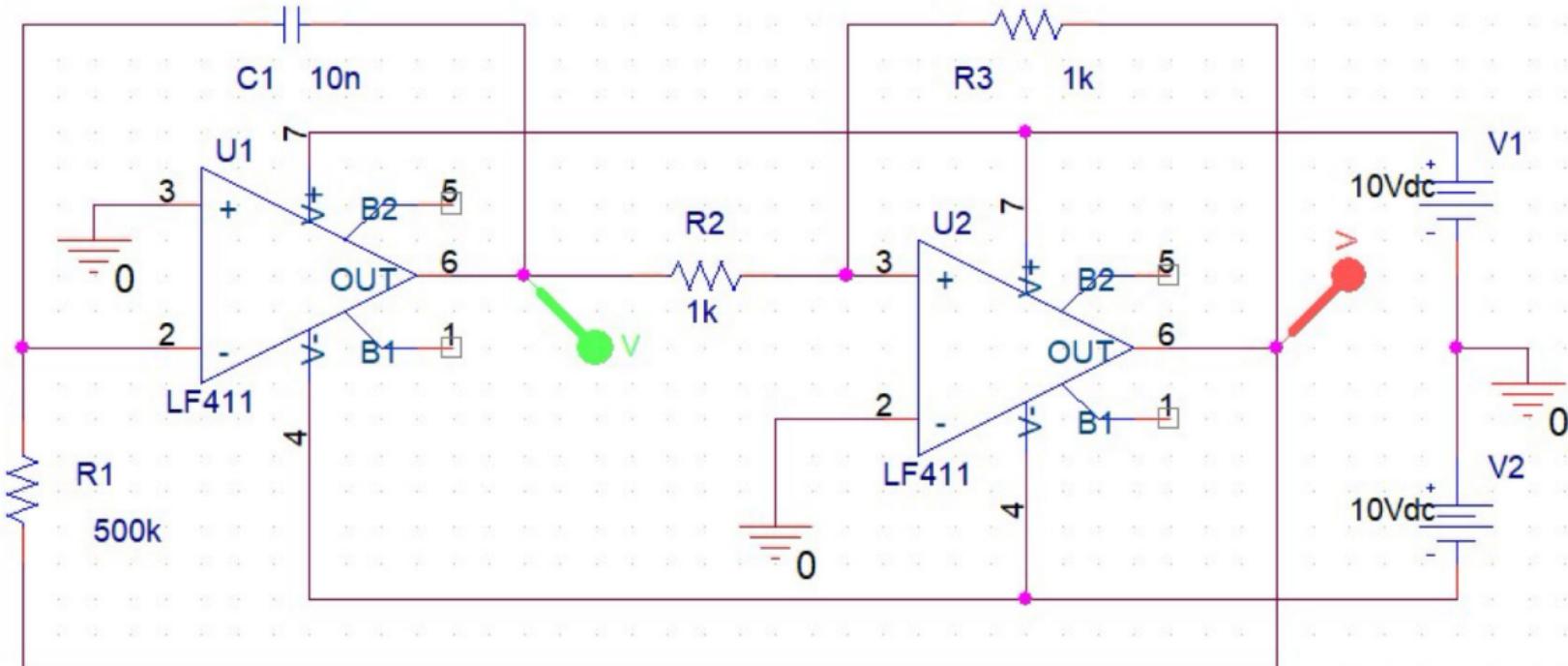


Show V_{out} of both opamp in Transient mode within 80mS.

Assignment 3 SIMULATING A TRANSIENT CIRCUIT



Assignment 4 Opamp oscillator



Show Vout of both opamp in Transient mode within 80mS.