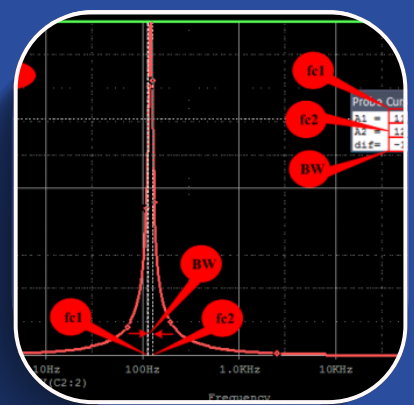
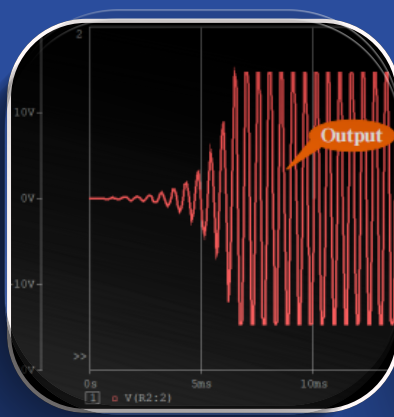
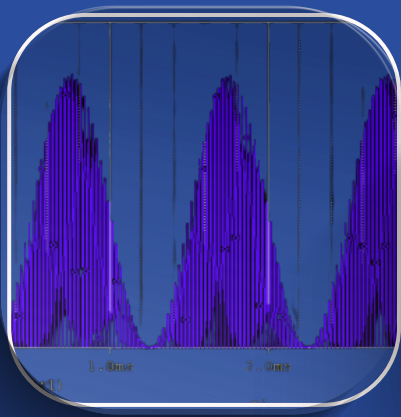


# การออกแบบวงจร อิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์ Electronics Computer Aided Design



- การทำงานของวงจรนาฬิกา
- การวิเคราะห์วงจรพื้นฐาน
- การออกแบบวงจรลอจิกเชิงแอนะล็อก
- การใช้งานวงจรอเนกประสงค์โดยใช้ IC AD633
- การออกแบบตัวกรองสัญญาณ
- การควบคุมและสร้างสัญญาณพัลส์

รณันต์ ศรีสกุล

# การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์

## Electronics Computer Aided Design

|               |                                                                                                                                                             |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ผู้แต่ง       | อาจารย์ธนนต์ ศรีสกุล                                                                                                                                        |
| จำนวน         | 192 หน้า                                                                                                                                                    |
| ราคา          | 159 บาท                                                                                                                                                     |
| พิมพ์ครั้งแรก | พฤษภาคม พุทธศักราช 2568 ฉบับอิเล็กทรอนิกส์ (e-book)                                                                                                         |
| จัดทำโดย      | อาจารย์ธนนต์ ศรีสกุล<br>e-mail : tanansri@gmail.com<br>แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลังและสาขาวิชา<br>เทคโนโลยีไฟฟ้า<br>วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| สงวนลิขสิทธิ์ | ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดของ e-book " การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์<br>ด้วยคอมพิวเตอร์ " ไปทำซ้ำ หรือเผยแพร่ในรูปแบบใดๆ หรือด้วยวิธีอื่น<br>ใด ไม่ว่าจะเป็นทางอิเล็กทรอนิกส์ ทางกลไกรวมทั้งการถ่ายเอกสาร การ<br>บันทึก หรือเก็บข้อมูล โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

# กิตติกรรมประกาศ

หนังสือเล่มนี้เกิดขึ้นจากความมุ่งมั่นและแรงบันดาลใจที่ได้รับจากบุคคลหลายท่าน ซึ่งมีส่วนสำคัญในการสนับสนุนและส่งเสริมให้ผู้เขียนสามารถก้าวมาถึงจุดนี้ได้ และเป็นแรงผลักดันให้เกิดผลงานที่มีคุณค่าเพื่อเผยแพร่ความรู้ด้านการประยุกต์ใช้งานโปรแกรม OrCAD เพื่อนำมาใช้งานในการออกแบบวงจรและทดสอบแก่ผู้ที่สนใจ จึงขอมอบคุณประโยชน์และคุณความดีของหนังสือเล่มนี้ให้แก่บุคคลต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.) ครู อาจารย์ทุกท่าน ที่เป็นผู้ให้คำปรึกษาและถ่ายทอดองค์ความรู้ คอยอบรมสั่งสอนในด้านวิชาการและแนวความคิด ตลอดจนเป็นแบบอย่างที่ดีในการดำเนินชีวิตในทุกๆ ด้าน ทำให้ผู้เขียนสามารถก้าวขึ้นมาเป็นอาจารย์ วิศวกร และนักเขียนที่มีคุณภาพและเป็นคนดีของสังคมจนถึงทุกวันนี้

2.) อาจารย์นิพนธ์ ศรีสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาพิเศษ ซึ่งคอยให้คำแนะนำและถ่ายทอดความรู้ในทุกๆ ด้าน ทั้งด้านวิชาการ แนวคิด และแนวทางการดำเนินชีวิต ท่านได้ให้การอบรมสั่งสอน จนทำให้ผู้เขียนสามารถเติบโตเป็นอาจารย์ผู้สอน ที่ปรึกษาบริษัท นักเขียนที่ดี และเป็นบุคคลที่มีคุณค่าต่อสังคม

3.) ผู้บริหารสถานศึกษาและคณะอาจารย์จากวิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลกและมหาวิทยาลัยต่างๆ ซึ่งคอยให้คำปรึกษาและสนับสนุนการทำงาน รวมถึงแนะแนวทางทั้งในด้านวิชาการและการดำเนินชีวิต ส่งผลให้ผู้เขียนสามารถปฏิบัติหน้าที่ในฐานะอาจารย์ผู้สอนที่ดีและเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ศิษย์

4.) นักศึกษาทุกคนในสาขาวิชาไฟฟ้า สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ และสาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม ที่ได้ร่วมเรียนรู้และพัฒนาความรู้ร่วมกับผู้เขียน ตลอดจนให้การสนับสนุนในงานด้านต่างๆ ซึ่งเป็นแรงผลักดันสำคัญที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และพัฒนาศักยภาพของกันและกัน

5.) แม่แก่ คุณตา คุณยาย คุณพ่อ คุณแม่ ภรรยา ลูก และญาติพี่น้องทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจและให้คำปรึกษากับผู้เขียนเสมอมา การสนับสนุนจากครอบครัวคือพลังสำคัญที่ทำให้ผู้เขียนสามารถก้าวผ่านอุปสรรคและสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม

สุดท้ายนี้ ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านทุกท่าน และขอขอบคุณทุกท่านที่ช่วยให้หนังสือเล่มนี้เกิดขึ้นได้

อ.ธนันต์ ศรีสกุล

# คำนำ

ปัจจุบันการออกแบบและวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ก้าวหน้าไปอย่างมาก ด้วยความช่วยเหลือของซอฟต์แวร์จำลองวงจรที่มีความสามารถสูง **OrCAD** เป็นหนึ่งในโปรแกรมที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายสำหรับการออกแบบวงจรและการวิเคราะห์สมรรถนะของวงจรในด้านต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ AC, DC, และสัญญาณเวลา (Transient Analysis) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับวิศวกร นักวิจัย และนักศึกษาในการศึกษาทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานจริง

หนังสือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการใช้ **OrCAD** ในการจำลองและวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยครอบคลุมเนื้อหาทางทฤษฎีและการใช้งานจริง ตั้งแต่พื้นฐานไปจนถึงระดับสูง โดยมีหัวข้อสำคัญดังต่อไปนี้:

- การวิเคราะห์วงจรพื้นฐาน: AC Sweep/Noise, Time Domain (Transient), และ DC Sweep
- การทำงานของวงจรนาฬิกา: Amplitude Modulator & Amplitude Demodulator
- การออกแบบวงจรลอจิกเชิงแอนะล็อก: Noninverting & Inverting Schmitt Triggers
- การใช้งานวงจรอเนกประสงค์โดยใช้ IC AD633: Frequency Doubler, Analog Division, และ Voltage-to-Current Converters
- การออกแบบตัวกรองสัญญาณ (Filters): วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านอันดับ 3, วงจรกรองความถี่สูงผ่านอันดับ 3, วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน (BPF), และวงจรกำจัดแถบความถี่ (BRF)
- การวิเคราะห์วงจรพิเศษ: วงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit), วงจรถอดรากที่สอง (Square Root Circuit), และ Voltage Controlled LPF - AD633
- การควบคุมและสร้างสัญญาณพัลส์: Pulse Width Modulation (PWM)

หนังสือเล่มนี้เหมาะสำหรับนักศึกษา วิศวกร และผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีตัวอย่างการใช้งาน **OrCAD** พร้อมคำอธิบายที่ชัดเจน ซึ่งช่วยให้ผู้อ่านสามารถนำความรู้ไปใช้ในการออกแบบวงจรของตนเองและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านทุกท่านในการศึกษาและพัฒนาโครงการด้านอิเล็กทรอนิกส์ของตนเอง

อ.ธนันต์ ศรีสกุล

[tanansrisakul@hotmail.com](mailto:tanansrisakul@hotmail.com), [tanansri@gmail.com](mailto:tanansri@gmail.com)

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลังและสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก

# สารบัญ

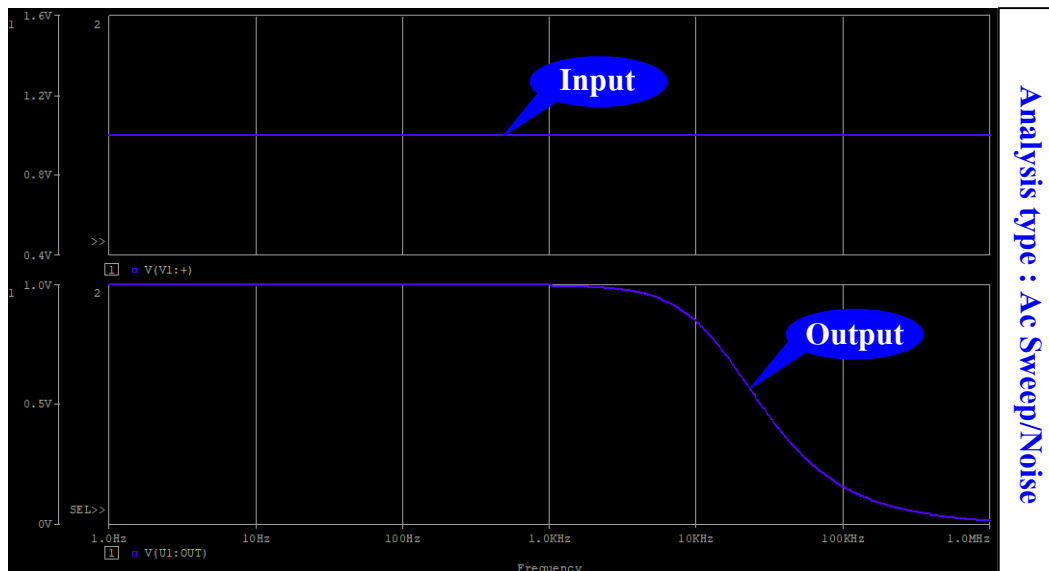
|                                                               | หน้า |
|---------------------------------------------------------------|------|
| กิตติกรรมประกาศ                                               | I    |
| คำนำ                                                          | II   |
| สารบัญ                                                        | V    |
| <br>                                                          |      |
| บทที่ 1 Ac Sweep/Noise                                        | 1-1  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม                    | 1-7  |
| <br>                                                          |      |
| บทที่ 2 Time Domain (Transient)                               | 2-1  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม                    | 2-2  |
| <br>                                                          |      |
| บทที่ 3 DC Sweep                                              | 3-1  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม                    | 3-6  |
| <br>                                                          |      |
| บทที่ 4 Amplitude Modulator & Amplitude Demodulator           | 4-1  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม *                  | 4-5  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม **                 | 4-11 |
| <br>                                                          |      |
| บทที่ 5 noninverting & Inverting Schmitt Triggers             | 5-1  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม *                  | 5-6  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม **                 | 5-12 |
| <br>                                                          |      |
| บทที่ 6 Frequency Doubler & Analog Division Based on IC AD633 | 6-1  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม *                  | 6-6  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม **                 | 6-14 |
| <br>                                                          |      |
| บทที่ 7 Voltage-to-Current Converters Based on IC AD633       | 7-1  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม                    | 7-5  |

# สารบัญ (ต่อ)

|                                                                                 | หน้า  |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>บทที่ 8 Amplitude Modulator</b>                                              | 8-1   |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม                                      | 8-5   |
| <b>บทที่ 9 Amplitude Demodulator</b>                                            | 9-1   |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม                                      | 9-4   |
| <b>บทที่ 10 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน อันดับ 3 วงจรกรองความถี่สูงผ่าน อันดับ 3</b> | 10-1  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม                                      | 10-3  |
| <b>บทที่ 11 วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน : BPF จรกำจัดแถบความถี่ : BRF</b>            | 11-1  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม                                      | 11-3  |
| <b>บทที่ 12 Rectifier Circuit</b>                                               | 12-1  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม *                                    | 12-5  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม **                                   | 12-13 |
| <b>บทที่ 13 Square Root Circuit</b>                                             | 13-1  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม                                      | 13-5  |
| <b>บทที่ 14 Voltage Controlled LPF - AD633</b>                                  | 14-1  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม                                      | 14-5  |
| <b>บทที่ 15 Pulse Width Modulation : PWM</b>                                    | 15-1  |
| - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม                                      | 15-9  |
| <b>บรรณานุกรม</b>                                                               | a     |

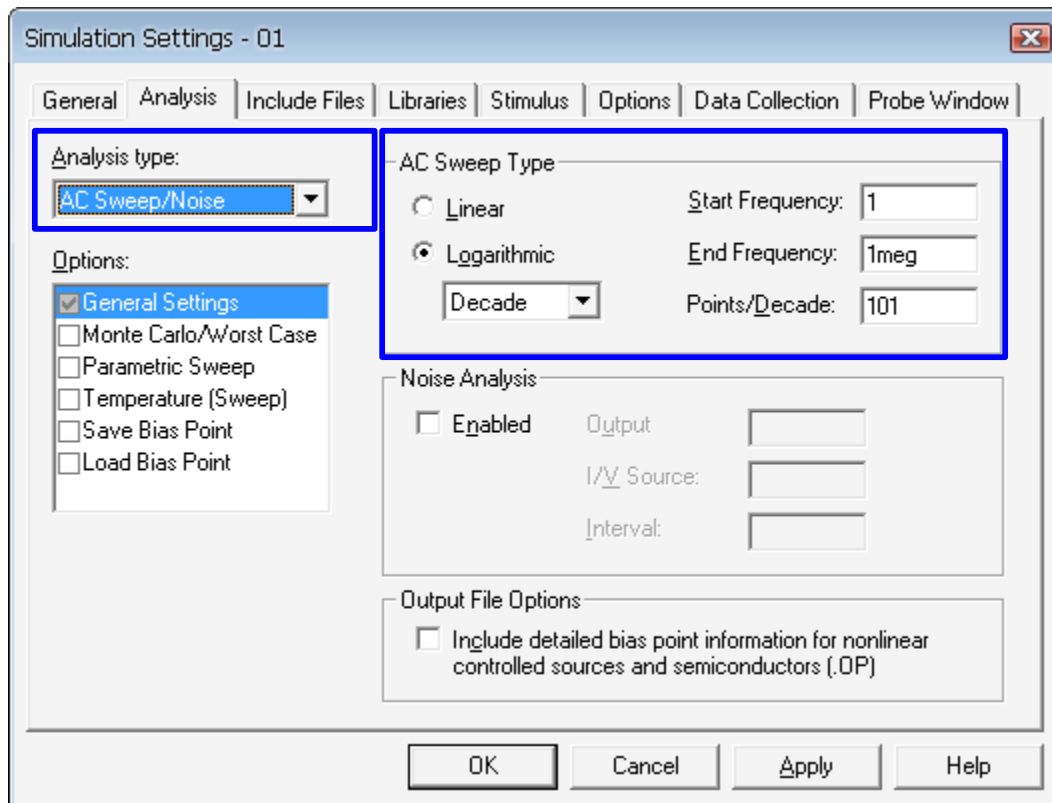
# บทที่ 1

## Ac Sweep/Noise



โดยถ้าจะพูดถึงการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์และการทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ในอีกรูปแบบหนึ่งนั้น ก็เห็นจะเป็นการคุณลักษณะการทำงานของวงจรในรูปแบบสัญญาณ Time Domain (โดเมนทางเวลา) และ การคุณลักษณะการทำงานของวงจรในรูปแบบสัญญาณ Frequency Domain (โดเมนทางความถี่) ซึ่งในบทความนี้ถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างมากในการที่จะนำไปใช้งาน เพราะโดยทั่วไปวงจรส่วนใหญ่ที่ได้ออกแบบนั้นจะต้องได้รับการทดสอบวงจรในรูปแบบที่จะนำเสนอในบทความนี้นั่นเองครับ...

ในครั้งนี้นี้ก็จะมาทำความเข้าใจในการเลือกใช้งานในส่วนของการ Analysis type ว่าเมื่อไรเราจะเลือกใช้การวิเคราะห์วงจรแบบ AC Sweep/Noise ดังแสดงในรูปที่ 1-1

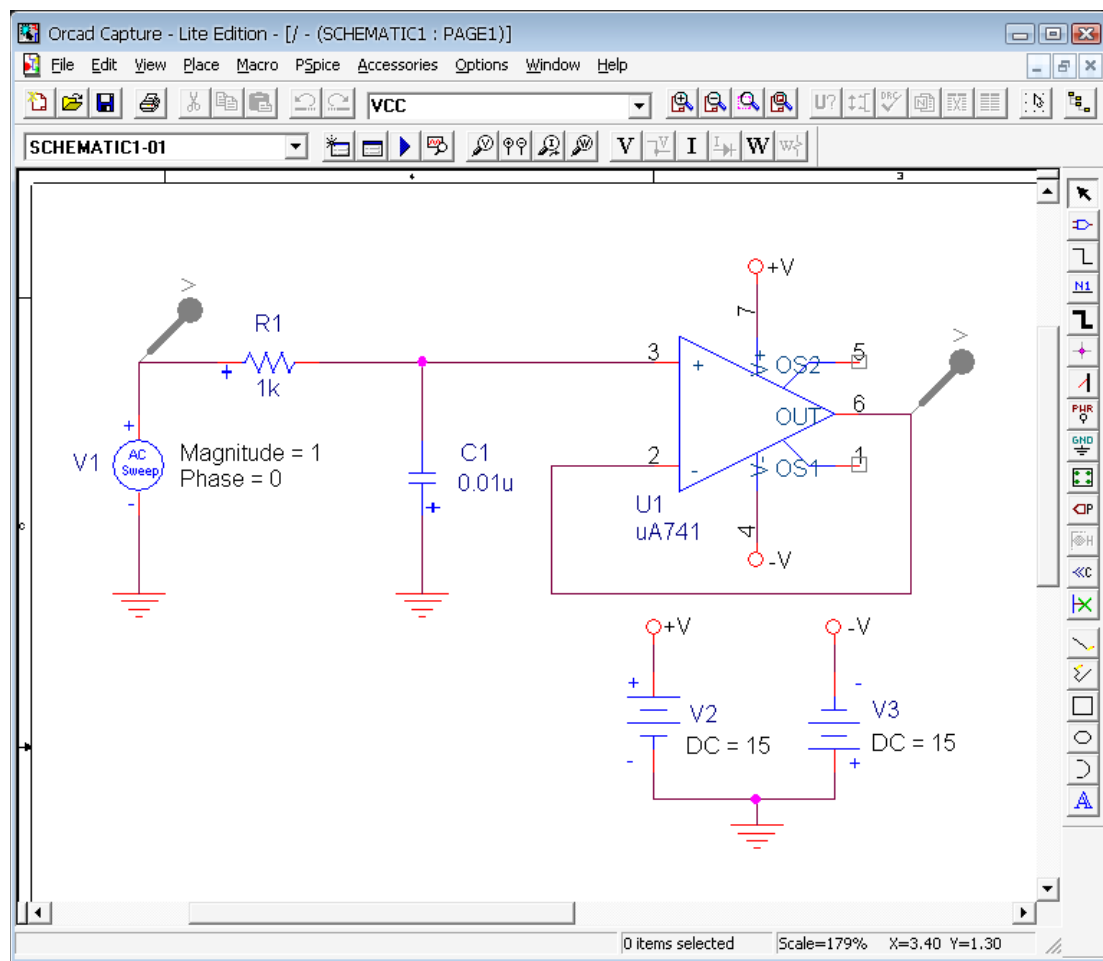


รูปที่ 1-1 แสดงลักษณะการเลือกการวิเคราะห์วงจรในรูปแบบต่างๆ  
ของโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition

จากรูปที่ 1-1 เป็นการแสดงลักษณะการเลือกการวิเคราะห์วงจรในรูปแบบต่างๆ ของโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition โดยจะขอสรุปง่ายๆ นะครับว่าในการเลือกใช้การวิเคราะห์แบบ AC Sweep/Noise นั้นเราจะใช้ในการวิเคราะห์วงจรในลักษณะโดเมนทางความถี่ ยกตัวอย่างเช่น การนำไปทดสอบการทำงานของวงจรกรองความถี่ในแบบต่างๆ ที่เราได้ออกแบบนั้นเองครับ ว่าวงจรที่เราได้ออกแบบมานั้น วงจรจะให้ผลตอบสนองทางความถี่ออกมาตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ยิ่งพูดไปก็อาจจะยังไม่เข้าใจหรือคงจะนึกไม่ออก อย่างนี้ก็ต้องมาทำการทดลองใช้งานโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition กันเลยนะครับ ??

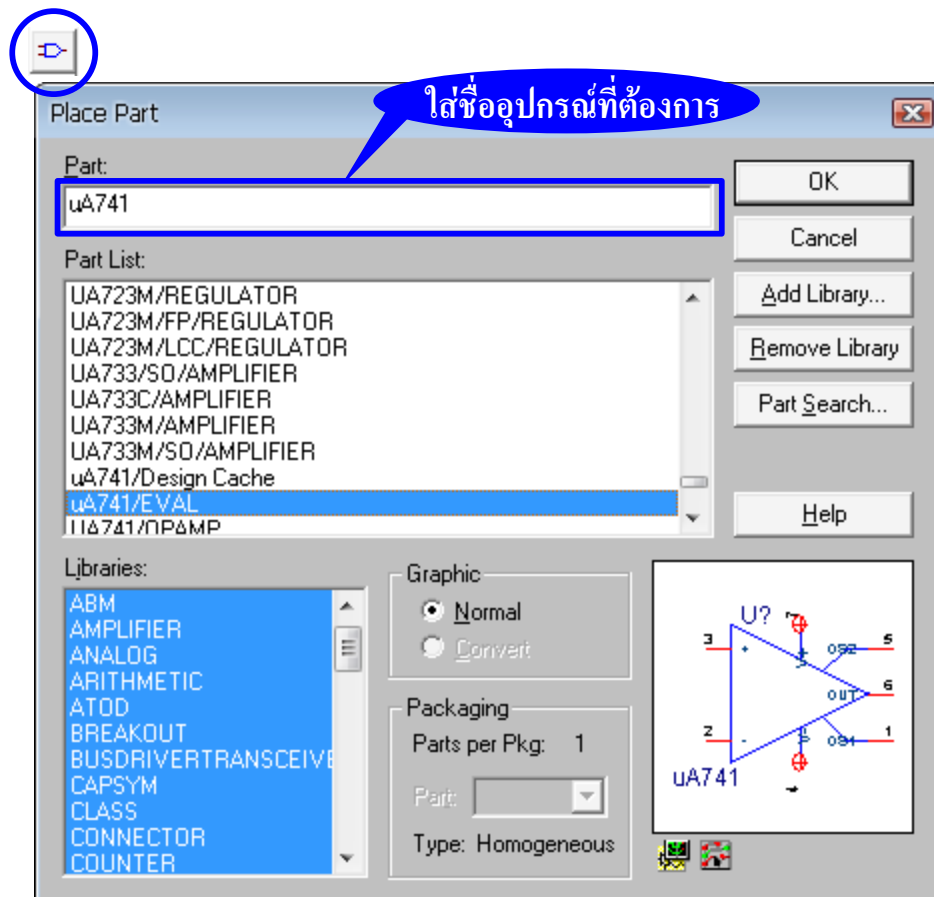
### ตัวอย่างการวิเคราะห์วงจรแบบไฟลด์ (AC Sweep)

ในการวิเคราะห์แบบนี้จะเป็นการวิเคราะห์ถึงผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเฟสและความถี่ โดยในที่นี้จะขอยกตัวอย่างการนำเอาการวิเคราะห์แบบนี้มาใช้ในการวิเคราะห์การทำงานของวงจรกรองความถี่ เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้งานต่อไป มาเริ่มต้นการใช้งานเลยนะครับ



รูปที่ 1-2 วงจรตัวอย่างในการวิเคราะห์การทำงานของวงจร

จากรูปที่ 1-2 เป็นตัวอย่างของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (LPF) โดยจำเป็นที่จะต้องทำการวิเคราะห์การทำงานของวงจรในแบบ AC Sweep/Noise ซึ่งขั้นตอนแรกก็จะต้องทำการวาดวงจรดังแสดงในรูปที่ 1-2 โดยมีรายละเอียดการเรียกชื่อเพื่อใช้อุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

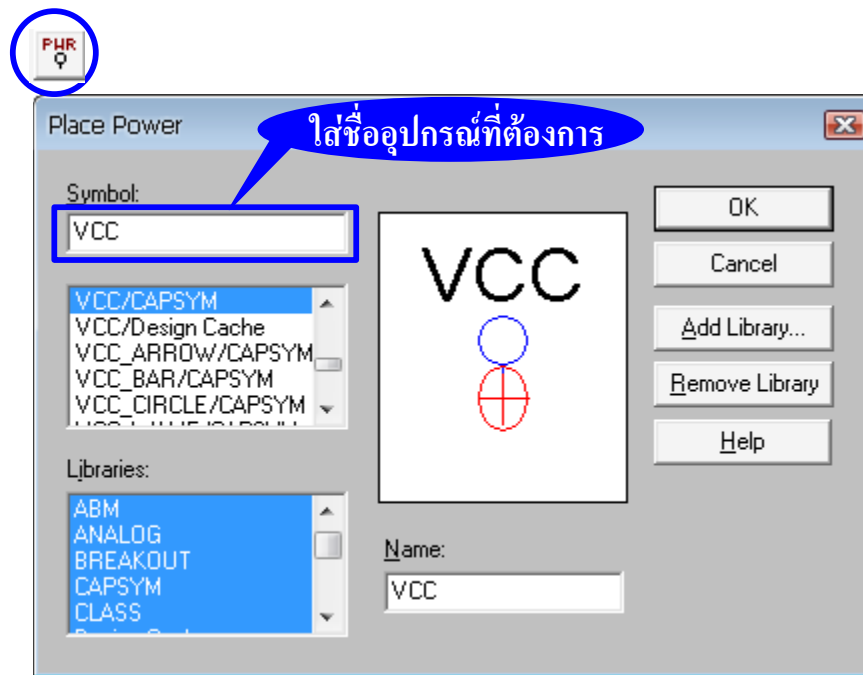


รูปที่ 1-3 การเรียกใช้อุปกรณ์จากโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition

ด้วย Place Part : 

ตารางที่ 1-1 แสดงชื่ออุปกรณ์ในวงจรและชื่ออุปกรณ์ในโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition ด้วย Place Part : 

| ชื่ออุปกรณ์ในวงจร | ชื่ออุปกรณ์ในโปรแกรม |
|-------------------|----------------------|
| U1                | ua741/EVAL           |
| R1                | R/CLASS              |
| C1                | C/CLASS              |
| V1                | VAC/CLASS            |
| V2,V3             | VDC/CLASS            |

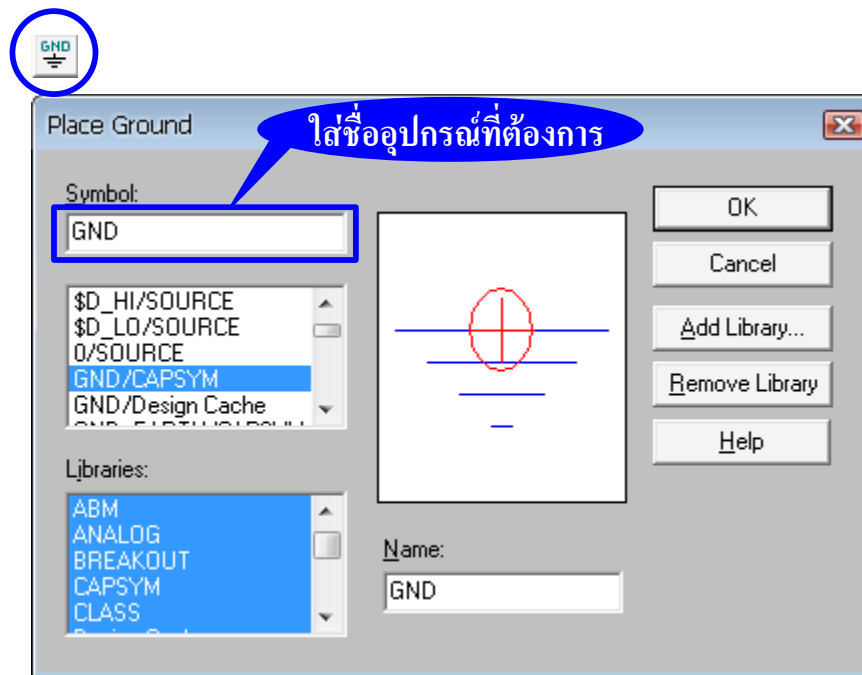


รูปที่ 1-4 การเรียกใช้อุปกรณ์จากโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition

ด้วย Place Power : 

ตารางที่ 1-2 แสดงชื่ออุปกรณ์ในวงจรและชื่ออุปกรณ์ในโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition ด้วย Place Power : 

| ชื่ออุปกรณ์ในวงจร | ชื่ออุปกรณ์ในโปรแกรม |
|-------------------|----------------------|
| +V , -V           | VCC/CAPSYM           |



รูปที่ 1-5 การเรียกใช้อุปกรณ์จากโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition

ด้วย Place Ground : 

ตารางที่ 1-3 แสดงชื่ออุปกรณ์ในวงจรและชื่ออุปกรณ์ในโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition

ด้วย Place Ground : 

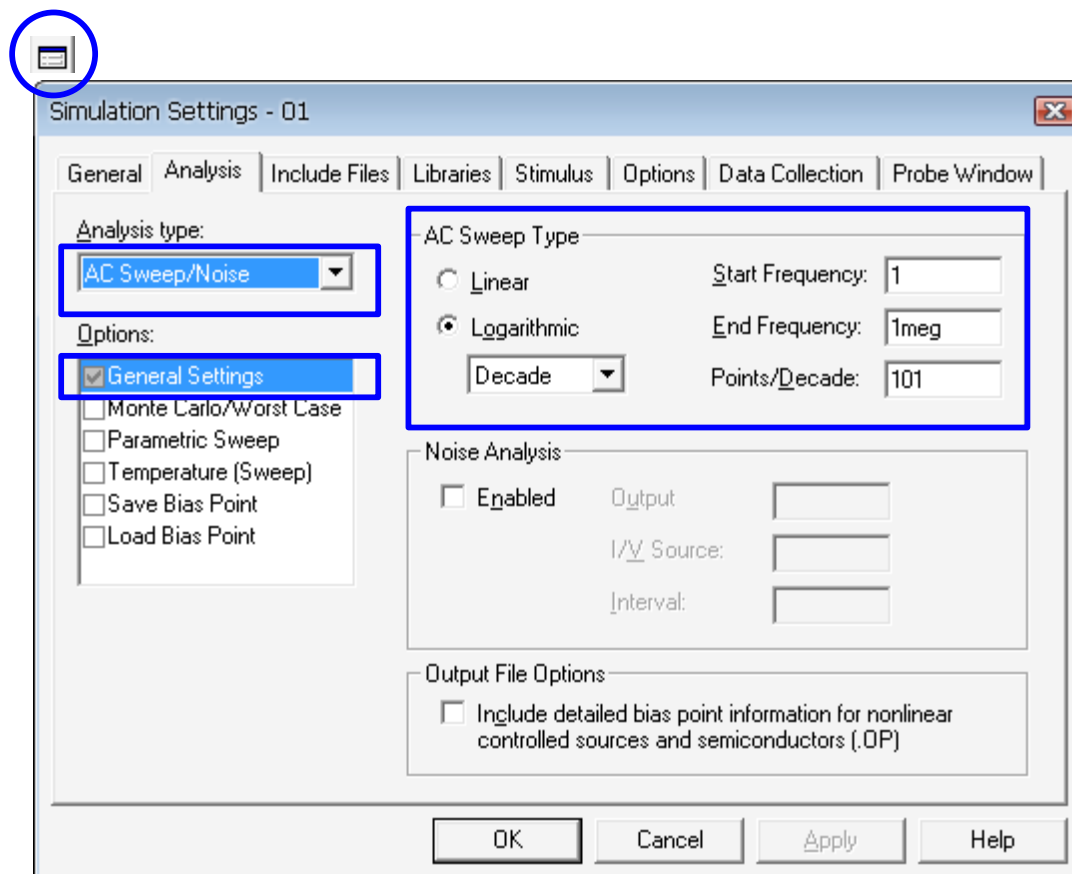
| ชื่ออุปกรณ์ในวงจร | ชื่ออุปกรณ์ในโปรแกรม |
|-------------------|----------------------|
| GND               | GND/CAPSYM           |

และใช้ Voltage / Level Marker  มาจับสัญญาณดังตัวอย่าง เมื่อได้เรียกอุปกรณ์ในการใช้งานมาจนครบแล้วก็ทำการกำหนดค่าตามที่ต้องการ (แต่ในที่นี้ให้ทำการกำหนดค่าดังตัวอย่างที่ให้มาครับ) และลากเส้นเพื่อเชื่อมต่อวงจรตามที่ได้แสดงดังในรูปที่ 1-2 ซึ่งในบทความนี้ก็จะเป็นการทดสอบการทำงานของวงจรเลยนะครับ คงจะไม่กล่าวถึงวิธีการคำนวณและการออกแบบวงจรนะครับ เพื่อที่จะแสดงถึงการนำเอาโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition มาใช้งานกันก่อนครับ

ดังนั้นในขั้นตอนถัดไปก็จะมาทำการทดสอบการทำงานของวงจรกันแล้วนะครับ ซึ่งก็ตามที่บอกในตอนต้นครับ ว่าเราจะทำการวิเคราะห์วงจรแบบ AC Sweep/Noise มาดูกันเลยนะครับ ว่ามีวิธีการเซตค่าต่างๆ อะไรกันบ้าง ??

### - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม

ในส่วนนี้คงจะเป็นส่วนที่สำคัญมากเลยนะครับ เพราะจะต้องทำการเซตค่าต่างๆ อยู่หลายค่าครับ ก่อนที่จะทำการเริ่มการทดสอบผลตอบแทนของวงจร มาลองทำกันดูเลยนะครับ ดังแสดงในรูปที่ 1-3 และแสดงดังในรูปที่ 1-4

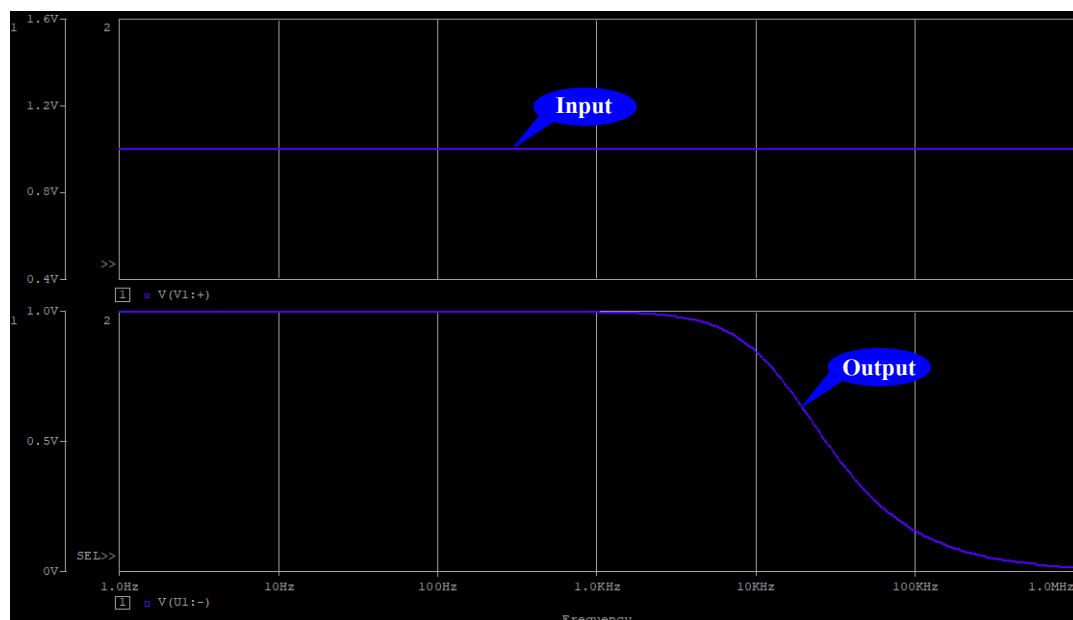


รูปที่ 1-6 การกำหนดเซตค่าของโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition

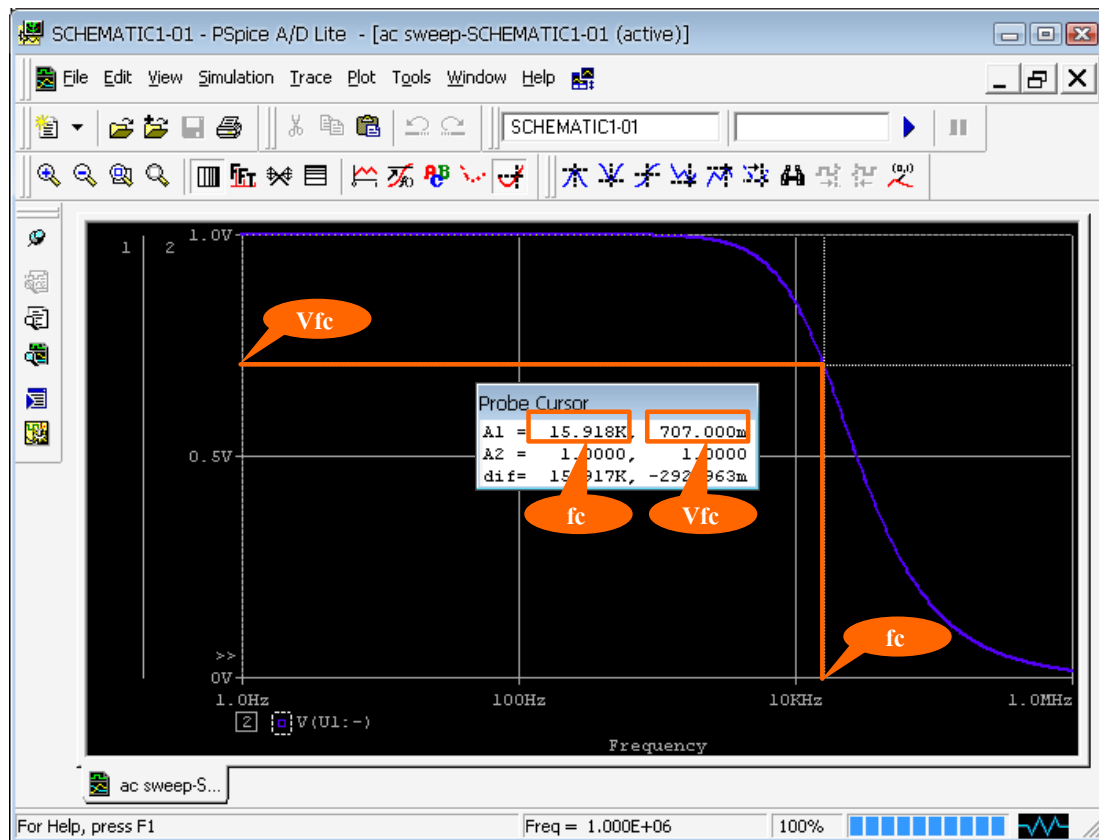
ในการวิเคราะห์วงจรแบบ AC Sweep/Noise

โดยในส่วนของการกำหนดค่าต่างๆ นั้น ให้ผู้ใช้ทำการกำหนดตามที่ได้ให้มาได้เลยครับ ส่วนรายละเอียดในการกำหนดค่าต่างๆ นั้น ทางผู้เขียนจะขออธิบายดังนี้คือ ในส่วนของ (AC Sweep/Noise) เป็นการกำหนดรูปแบบของกราฟที่ได้ว่าจะเป็นแบบใด) , (Linear เป็นการกำหนดรูปแบบของกราฟแบบเชิงเส้น คือ เพิ่มความถี่ ขึ้นทีละเท่าๆ กัน คือ 1-2-3-4...10...) , (Octave เป็นการกำหนดรูปแบบของกราฟที่มีการเพิ่มความถี่ทีละ 2 เท่า คือ 1-2-4-8-16...) และ (Decade เป็นการกำหนดรูปแบบของกราฟที่มีการเพิ่มความถี่ทีละ 10 เท่า คือ 1-10-100-1k-10k...) เป็นอย่างไรบ้างครับคงจะพอเข้าใจกันแล้วนะครับ แต่ในการทดลองของตัวอย่างนี้เราได้เลือกให้แบบ Decade

และในส่วนของ Start Frequency , End Frequency และ Points/Decade ว่ามีการกำหนดค่าอะไรกันบ้างนั้น โดยในอันดับแรกก็คงจะเป็น (Points/Decade เป็นการกำหนดจุดที่จะทำการคำนวณในหนึ่งช่วงครี) โดยในที่นี้ได้ใช้ค่าเท่ากับ 101 ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่ส่วนใหญ่จะใช้กันครับ , (Start Frequency เป็นการกำหนดความถี่เริ่มต้นของการวิเคราะห์ผลตอบสนองทางความถี่ของวงจร) โดยในที่นี้ได้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 Hz , (End Frequency เป็นการกำหนดความถี่สุดท้ายของการวิเคราะห์ผลตอบสนองทางความถี่ของวงจร) โดยในส่วนนี้ก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการทดสอบครับ โดยในที่นี้ได้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 MHz --> (1meg) ดังนั้นเมื่อเราทำการทดสอบวงจรแล้ว ผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition ในการวิเคราะห์วงจรแบบ AC Sweep/Noise จะแสดงได้ดังรูปที่ 1-7



รูปที่ 1-7 ผลการทดลองที่ได้จาก โปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition ในการวิเคราะห์วงจรแบบ AC Sweep/Noise ที่บอกถึงผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรที่ทดสอบ



รูปที่ 1-8 ผลการวัดเพื่อหาค่าความถี่ของวงจรที่ทดสอบ  
ที่ได้จากโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition  
ในการวิเคราะห์วงจรแบบ AC Sweep/Noise

โดยจากรูปที่ 1-8 ที่ได้แสดงผลการวัดในการทดสอบวงจรที่ได้จากโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition ในการวิเคราะห์วงจรแบบ AC Sweep/Noise นั้น จะทำให้เห็นถึงผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรที่ได้ทดสอบ ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่ความถี่ต่ำนั้นแรงดันทางด้านเอาต์พุตจะมีค่าสูง แต่เมื่อค่าของความถี่สูงขึ้นก็จะทำให้ค่าของแรงดันทางด้านเอาต์พุตนั้นมีค่าลดต่ำลง นั่นเอง ดังนั้นจึงทำให้เราสรุปได้ว่าวงจรที่กำลังทดสอบอยู่นี้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (LPF) ได้ในทันทีครับ ซึ่งก็ตรงกับที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้นนะครับว่าทางผู้เขียนจะขอยกตัวอย่างในการทดสอบวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (LPF) นั้นเองครับ

ซึ่งจากรูปที่ 8 ก็เป็นตัวอย่างการวัดหาค่าของความถี่ตัด ( $f_c$ ) ว่าจะได้ค่าความถี่ตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งค่าความถี่ตัด ( $f_c$ ) ที่ได้จากวงจรมันนั้นจะมีเท่าไร โดยมีวิธีการวัดเพื่อตรวจสอบดังแสดงในรูปที่ 1-8 กล่าวคือการวัดหาค่าความถี่ตัด ( $f_c$ ) จะต้องดูที่ค่าแรงดันความถี่ตัด ( $V_{fc}$ ) เป็นหลัก ซึ่งสามารถที่จะคำนวณหาค่าแรงดันความถี่ตัด ( $V_{fc}$ ) ได้ดังสมการที่ 1-1

$$\text{แรงดันความถี่ตัด } (V_{fc}) = \frac{1}{\sqrt{2}} \times V_{OUT(MAX)} = 0.707 \times V_{OUT(MAX)} \quad \dots\dots\dots(1-1)$$

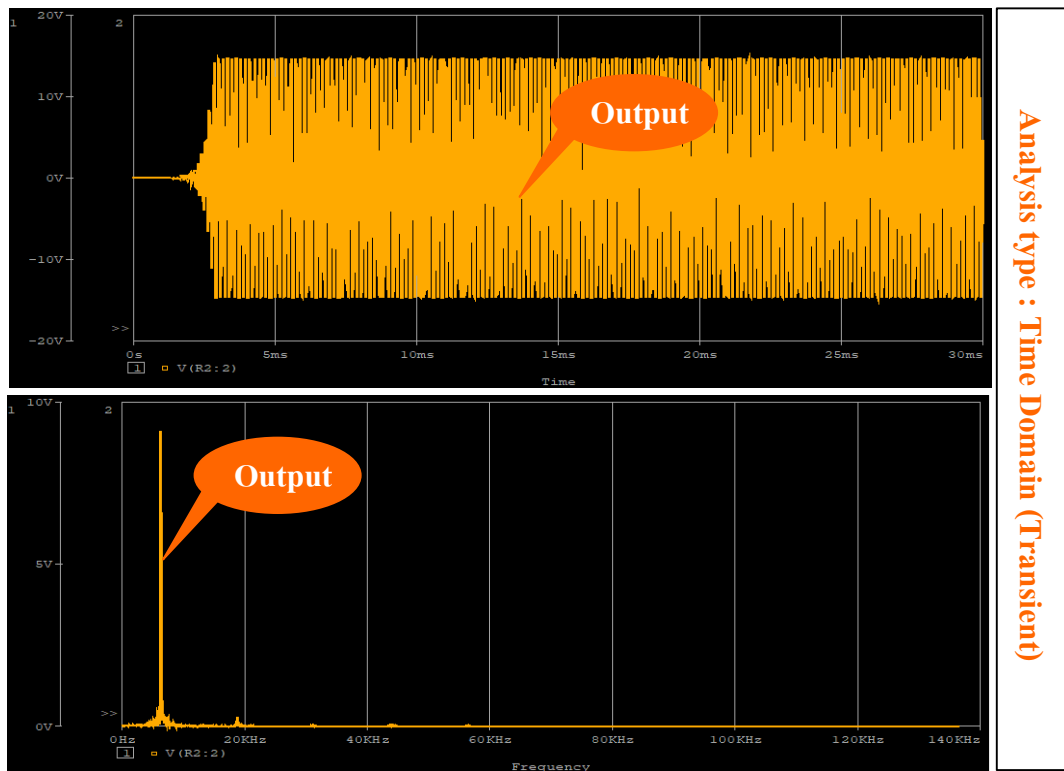
โดยถ้าดูจากผลการทดสอบวงจรในรูปที่ 1-8 จะเห็นว่าแรงดันเอาต์พุตสูงสุด ( $V_{OUT(MAX)}$ ) จะมีค่าเท่ากับ  $1V$  ดังนั้นแรงดันความถี่ตัด ( $V_{fc}$ )  $= 0.707 \times 1V = 0.707V$  หรือ  $707mV$  เมื่อทราบค่าของแรงดันความถี่ตัด ( $V_{fc}$ ) แล้วก็ทำการเลื่อนจุดที่วัดให้มีค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด ก็จะทำให้ทราบค่าของความถี่ตัด ( $f_c$ ) ตามไปด้วย โดยจะมีค่าความถี่ตัด ( $f_c$ ) เท่ากับ  $15.918kHz$  ดังแสดงในรูปที่ 1-8 ครับ

เป็นอย่างไรกันบ้างครับ พอที่จะรู้จักการใช้งาน โปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition ในการวิเคราะห์วงจรแบบ AC Sweep/Noise ที่บอกถึงผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรที่ทดสอบมากขึ้นกว่าเดิมแล้วใช่ไหมครับ

\*\*\*\*\*

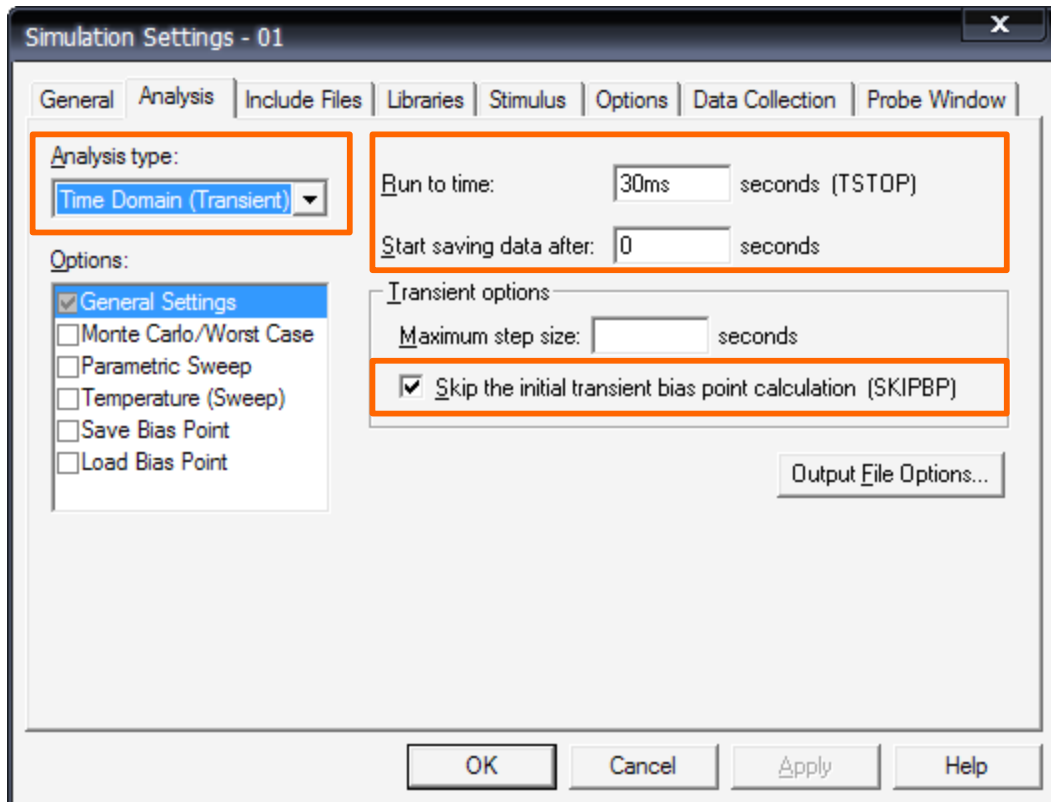
# บทที่ 2

## Time Domain (Transient)



มาดูกันต่อนะครับ กับการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์และการทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ในอีกรูปแบบหนึ่ง ก็คือการดูลักษณะการทำงานของวงจรในรูปแบบสัญญาณ Time Domain (โดเมนทางเวลา) และ การดูลักษณะการทำงานของวงจรในรูปแบบสัญญาณ Frequency Domain (โดเมนทางความถี่) ซึ่งในบทนี้ถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่ง ที่สามารถนำไปใช้งานได้ เพราะโดยทั่วไปวงจรส่วนใหญ่ที่ได้ออกแบบนั้นจะต้องได้รับการทดสอบวงจรในรูปแบบที่จะนำเสนอในบทนี้ ก่อนที่จะนำไปสร้างจริงครับ...

ในครั้งนี่ก็จะมาทำความเข้าใจในการเลือกใช้งานในส่วนของการ Analysis type ว่าเมื่อไรเราจะเลือกใช้การวิเคราะห์วงจรแบบ Time Domain (Transient) ดังแสดงในรูปที่ 2-1



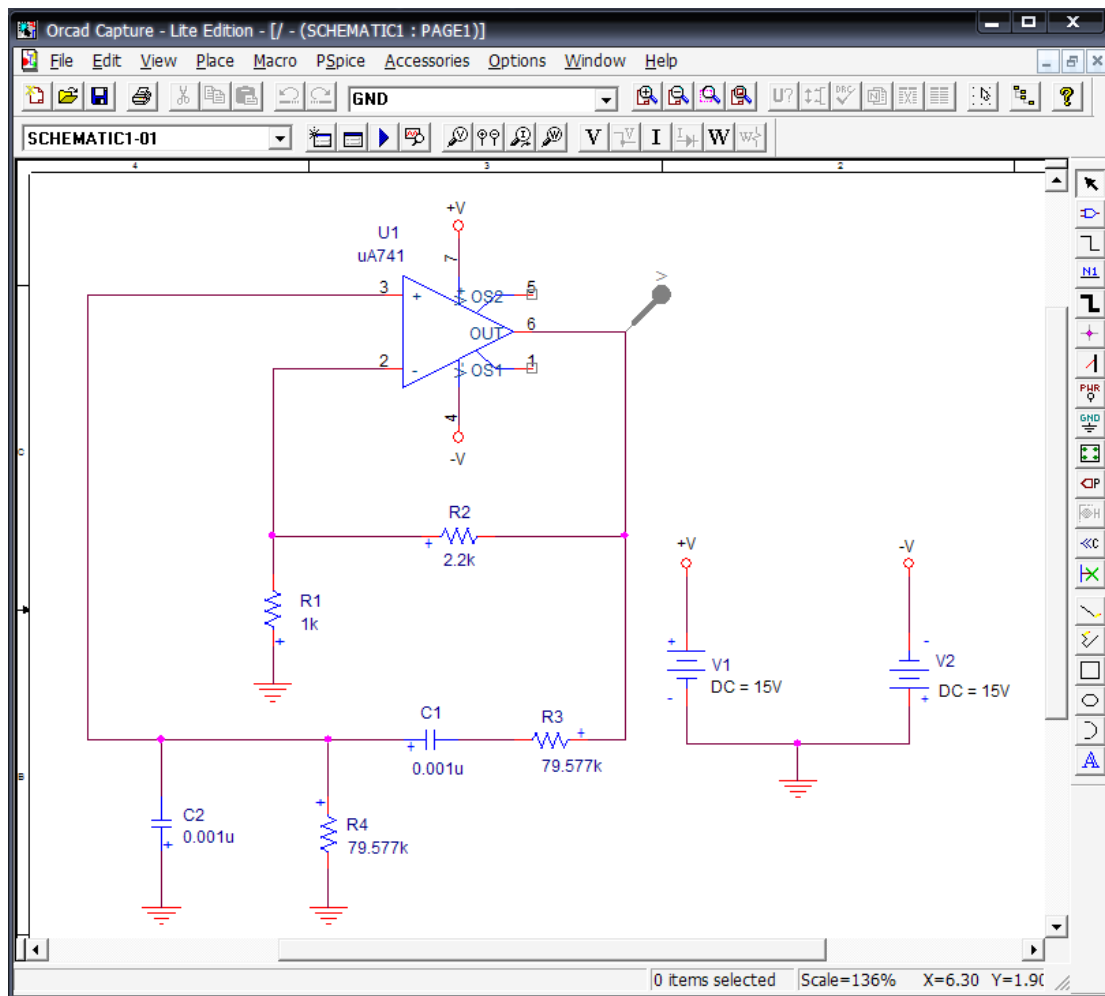
รูปที่ 2-1 แสดงลักษณะการเลือกการวิเคราะห์วงจรในรูปแบบต่างๆ  
ของโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition

จากรูปที่ 2-1 เป็นการแสดงลักษณะการเลือกการวิเคราะห์วงจรในรูปแบบต่างๆ ของโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition โดยจะขอสรุปง่ายๆ นะครับว่าในการเลือกใช้การวิเคราะห์แบบ Time Domain (Transient) นั้นเราจะใช้ในการวิเคราะห์วงจรในลักษณะโดเมนทางเวลาและโดเมนทางความถี่ ยกตัวอย่างเช่น การนำไปทดสอบการทำงานของวงจรผลิตความถี่ในรูปแบบต่างๆ ที่เราได้ออกแบบนั่นเองครับ ว่าวงจรที่เราได้ออกแบบมานั้น วงจรจะให้ผลตอบสนองทางความถี่และลักษณะของสัญญาณเป็นอย่างไรที่ต้องการหรือไม่ ยิ่งพูดไปก็อาจจะยังไม่เข้าใจหรือคงจะนึกไม่ออก อย่างนี้ก็ต้องมาทำการทดลองใช้งานโปรแกรม OrCad Lite Capture CIS Lite Edition กันเลยนะครับ ??

#### - การวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม

##### ตัวอย่างการวิเคราะห์วงจรแบบโดเมนทางเวลา : Time Domain (Transient)

ในการวิเคราะห์แบบนี้จะเป็นการวิเคราะห์ถึงผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเวลาและทางความถี่ โดยในที่นี้จะขอยกตัวอย่างการนำเอาการวิเคราะห์แบบนี้มาใช้ในการวิเคราะห์การทำงานของวงจรผลิตความถี่ เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้งานต่อไป มาเริ่มต้นการใช้งานเลยนะครับ



รูปที่ 2-2 วงจรตัวอย่างในการวิเคราะห์การทำงานของวงจร

จากรูปที่ 2-2 เป็นตัวอย่างของวงจรผลิตความถี่ โดยจำเป็นที่จะต้องทำการวิเคราะห์การทำงานของวงจรในแบบ **Time Domain (Transient)** ซึ่งขั้นตอนแรกก็จะต้องทำการวาดวงจรดังแสดงในรูปที่ 2-2 โดยมีรายละเอียดการเรียกชื่อเพื่อใช้อุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้