มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สอบปลายภาค: ภาคการศึกษาที่ 2 **ปีการศึกษา:** 2546

วันที่สอบ: 17 กุมภาพันธ์ 2547 **เวลาสอบ:** 9.00-12.00 น.

รหัสวิชา: 240-236 **ห้องสอบ:** R200

ชื่อวิชา: Advanced Analog and Digital Electronics

อ่านรายละเอียดของข้อสอบ และคำแนะนำให้เข้าใจก่อนเริ่มทำข้อสอบ

เวลา : 3 ชั่วโมง

รายละเอียดของข้อสอบ : ข้อสอบทั้งหมดมีจำนวน 16 หน้า 2 ตอน คะแนนรวมทั้งหมด 40 คะแนน

ตอนที่ 1 มี 6 ข้อใหญ่ (*คะแนนรวม 10 คะแนน*)

ตอนที่ 2 มี 4 ข้อใหญ่ (*คะแนนรวม 30 คะแนน*)

อนุญาตให้ใช้

1. เครื่องคิดเลข (*ห้ามบันทึกสูตรใด ๆ ไว้ในเครื่อง*)

คำสั่ง :

- ให้ทำข้อสอบทุกข้อ
- เขียนคำตอบลงในข้อสอบ
- เขียนชื่อและรหัสนักศึกษาให้ชัดเจนในข้อสอบทุกแผ่น
- เขียนคำตอบให้ชัดเจน คำตอบส่วนใดอ่านไม่ออก จะถือว่าคำตอบนั้นผิด

อ.ปฏิมากร จันทร์พริ้ม

ผู้ออกข้อสอบ

สูตรต่าง ๆ ที่อาจจำเป็นต้องใช้

$$I_{dc} = \frac{2}{\pi} I_{peak}$$

$$P_i(dc) = V_{CC} I_{dc}$$

$$P_o(ac) = \frac{V_L^2(p-p)}{8R_L} = \frac{V_L^2(p)}{2R_L} = \frac{V_L^2(rms)}{R_L}$$

$$\eta = \frac{P_o(ac)}{P_i(dc)} x\, 100\%$$

$$P_{2Q} = P_i - P_o$$

$$P_Q = \frac{P_{2Q}}{2}$$

maximum

$$P_o(ac) = \frac{V_{CC}^2}{2R_L}$$

maximum

$$P_i(dc) = V_{CC} I_{dc} = V_{CC}\left(\frac{2}{\pi}\frac{V_{CC}}{R_L}\right) = \frac{2V_{CC}^2}{\pi R_L}$$

maximum

$$v_h = \frac{P_{2Q}}{2} = \frac{2}{\pi^2}\frac{V_{CC}^2}{R_L}$$

$$V_{L(p)} = V_{H(p)} - V_{F(p)} \quad , \quad V_{L(p)} = V_{S(p)} - V_{F(p)} , \qquad V_{L(p)} = V_{S(p)} - 2V_{F(p)}$$

$$V_{r(ptp)} = \frac{V_{L(p)}}{fR_L C} \quad , \qquad V_{r(ptp)} = \frac{V_{L(p)}}{2fR_L C}$$

$$V_{average} = \frac{V_p}{\pi} = 0.637V_p \quad , V_{rms} = 0.707V_p \quad , \quad V_{average} = 0.9V_{rms}$$

$$V_{O(average)} = V_{L(p)} - \frac{V_{r(ptp)}}{2} \qquad , \quad V_{O(average)} = 0.318V_{L(p)}$$

$$\theta = \cos^{-1}\frac{V_{L(p)} - V_{r(ptp)}}{V_{L(p)}}$$

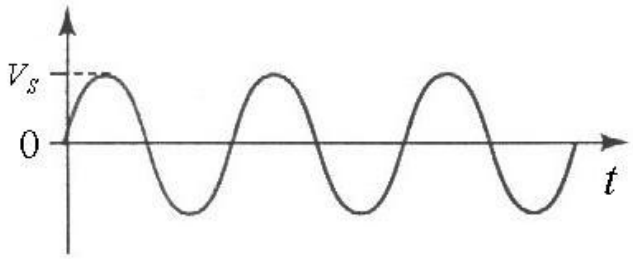
$$I_{PK} = I_{O(average)} x\, \frac{360^\circ}{\theta}$$

$$V_O = V_{ZK} + V_I \frac{R_Z}{R}$$

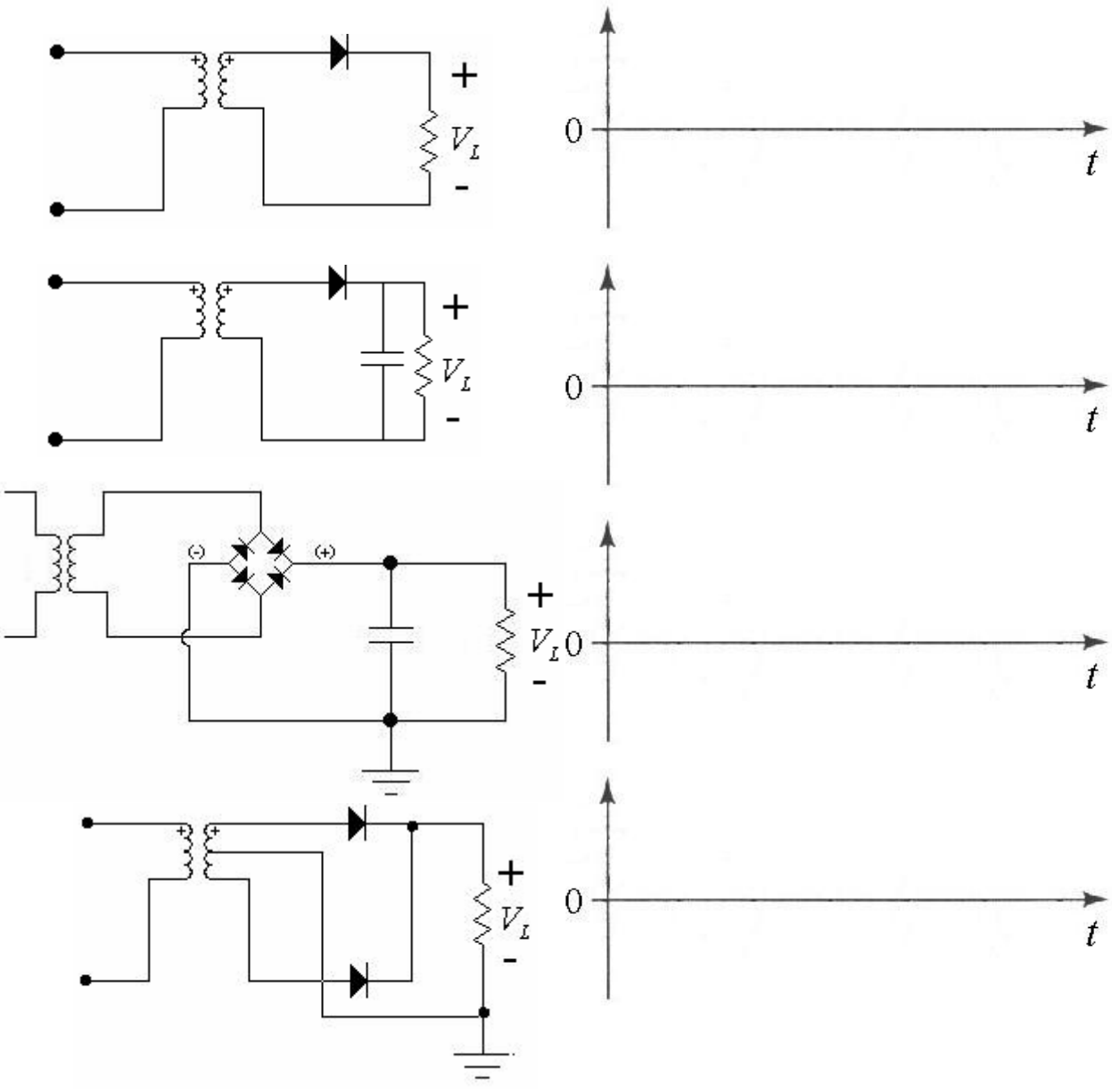
ตอนที่ 1 (10 คะแนน)

Power Supply (2 คะแนน)

1. จงแสดงกราฟของแรงดันที่ตกคร่อมโหลด (V_L) ของวงจรเรียงกระแสแต่ละแบบอย่างคร่าว ๆ โดยกำหนดให้อินพุตของวงจรเป็นดังรูปที่ 1 (*2 คะแนน*)



รูปที่ 1



Large Signal Amplifier (2 คะแนน)

2. จงกาเครื่องหมาย / หน้าข้อที่ถูกต้อง และกาเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ผิด (*1 คะแนน*)

_____ a) ประสิทธิภาพสูงสุดของวงจรขยาย Series-fed Class A จะมากกว่าประสิทธิภาพสูงสุดของวงจรขยาย Transformer-coupled Class A

_____ b) การแก้ไขปรากฏการณ์ Crossover distortion ในวงจรขยาย Push-pull กระทำโดยจัดไบอัสให้ต่ำกว่าจุดคัตออฟเล็กน้อย ทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสเล็กน้อยขณะที่ไม่มีสัญญาณอินพุตป้อนเข้ามา

3. เพราะเหตุใด การออกแบบวงจรขยาย Class A ควรจะตั้งจุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ (Q-point) ไว้ที่กึ่งกลางเส้นโหลด (Load line) (*1 คะแนน*)

.....

.....

.....

Designing with TTL (4 คะแนน)

4. จงอธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ (*2.5 คะแนน*)

a) Fan-Out ของวงจร คือ.....

.....

.....

b) Sink current ของวงจรเกท คือ.....

.....

.....

c) Source current ของวงจรเกท คือ.....

.....

.....

d) D-C noise margin คือ.....

.....

.....

.....

e) A-C noise margin คือ.....

.....

.....

.....

5. จงกาเครื่องหมาย / หน้าข้อที่ถูกต้อง และกาเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ผิด (*1.5 คะแนน*)

_____ a) ขนาดของสัญญาณรบกวนจากภายนอกวงจรที่เหนี่ยวนำเข้ามาในวงจรจะแปรผันตรงกับค่าอิมพิแดนซ์ของวงจร

_____ b) ทรานซิสเตอร์แบบ Multi-emitter ที่เพิ่มเข้ามาในวงจร Standard TTL ทำให้วงจรเกทชนิดนี้มีความเร็วในการสวิตซ์สูง

_____ c) เนื่องจากวงจร Schottky-Clamped TTL เป็นวงจรที่ใช้ Schottky-Barrier diode จึงใช้กำลังงานต่อเกทต่ำสุด เมื่อเทียบกับวงจร TTL ชนิดอื่น ๆ ในตระกูลเดียวกัน

Noise Reduction Techniques in Electronic System ***(2 คะแนน)***

6. จากหัวข้อที่นักศึกษาได้ทำงานเสริม (assignment) จงยกตัวอย่างการลดสัญญาณรบกวนในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มาอย่างน้อย 2 ตัวอย่าง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

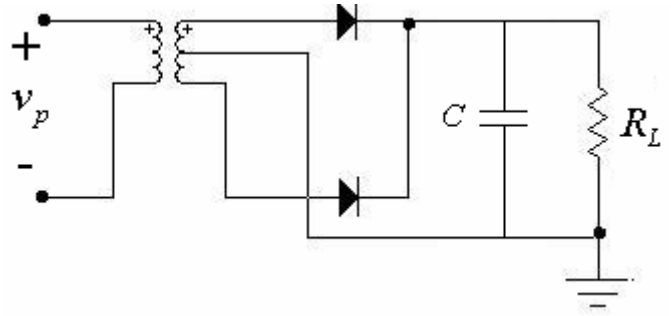
……

……

ตอนที่ 2 (30 คะแนน)

Power Supply (6 คะแนน)

1. จากวงจรในรูปที่ 2 กำหนดให้ $v_p = 50\sin 377t,\quad R_L = 100\Omega$ และ $C = 500\ \mu F$ จงคำนวณหา



รูปที่ 2

a) แรงดันกระเพื่อม (ripple voltage)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b) แรงดันเอาต์พุตเฉลี่ยที่ตกคร่อมโหลด (average load voltage)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

c) กระแสโหลดเฉลี่ย (average load current)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Large Signal Amplifier (8 คะแนน)

2. วงจรในรูปที่ 3 แสดง transformer-coupled class-A audio power amplifier ที่กำลังขับโหลดซึ่งเป็นลำโพงขนาด 10 Ω หม้อแปลงที่ทำหน้าที่เชื่อมโยง (coupling transformer) ระหว่างวงจรขยายกับโหลดนี้มีค่า turns ratio เท่ากับ 2:1 เมื่อทำการพิจารณาที่ dc base current เท่ากับ 6 mA และ peak base current swing เท่ากับ 2 mA จงคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่อไปนี้โดยใช้ transistor characteristic ในรูปที่ 4

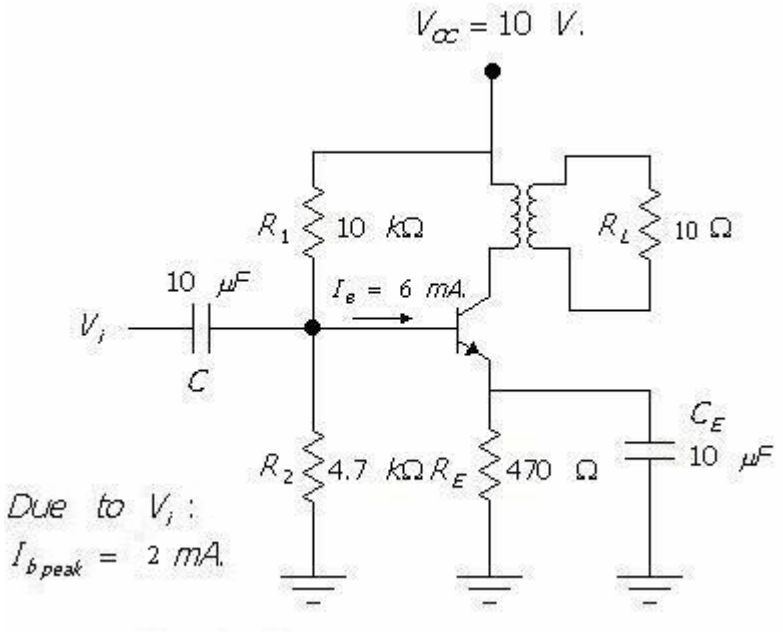
a) $V_{CE_{\max}}, V_{CE_{\min}}, I_{C_{\max}}, I_{C_{\min}}$

b) แรงดันที่ตกคร่อมโหลด R_L (load voltage)

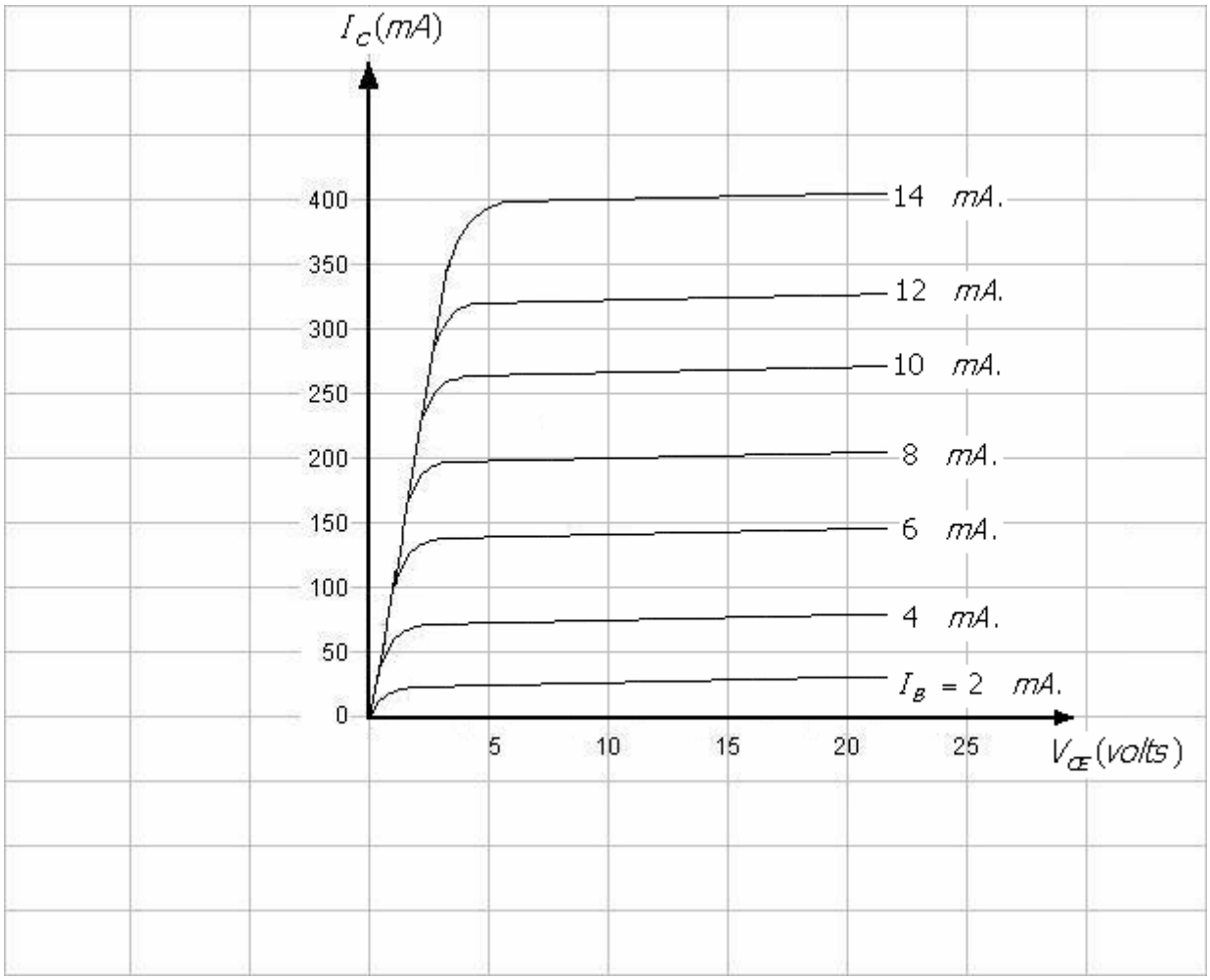
c) กระแสที่จ่ายให้โหลด R_L (load current)

d) ac power ที่ตกคร่อมโหลด R_L

(กำหนดให้หม้อแปลงมี dc resistance เท่ากับ 0 Ω)



รูปที่ 3



รูปที่ 4

a) $V_{CE_{\max}}, V_{CE_{\min}}, I_{C_{\max}}, I_{C_{\min}}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b) แรงดันที่ตกคร่อมโหลด R_L (load voltage)

c) กระแสที่จ่ายให้โหลด R_L (load current)

d) ac power ที่ตกคร่อมโหลด R_L

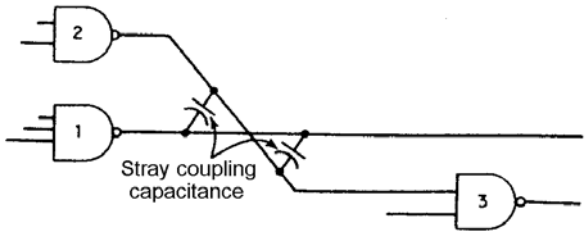
Designing with TTL ***(10 คะแนน)***

3. วงจรในรูปที่ 5 แสดงให้เห็นถึงปัญหาของสัญญาณรบกวนที่เกิดจาก stray coupling capacitance ที่มีอยู่ในวงจร ซึ่งสามารถเขียนเป็นวงจรสมมูลได้ดังรูปที่ 6 เมื่อไม่พิจารณาค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรขับจะสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความกว้างของสัญญาณรบกวน (pulse width, t) และแอมปลิจูดของสัญญาณรบกวน (e_o) ที่นอร์มอไลซ์แล้วได้ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยรูปแบบของสัญญาณอินพุตที่ใช้สำหรับหาความสัมพันธ์ของกราฟในรูปที่ 3 นี้เป็นสัญญาณแบบขั้นบันได (step signal) ที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นของสัญญาณเป็นเชิงเส้นในช่วงเวลา 1 หน่วย ซึ่งจะได้สัญญาณทางด้านเอาต์พุตจะมีค่าตามสมการ

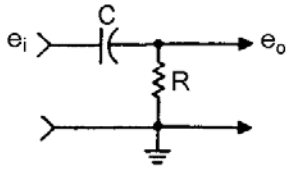
$$e_o = \tau(1 - e^{-t/\tau})$$

โดยที่ τ เป็นค่าคงตัวเวลา (time constant) มีค่าเท่ากับ

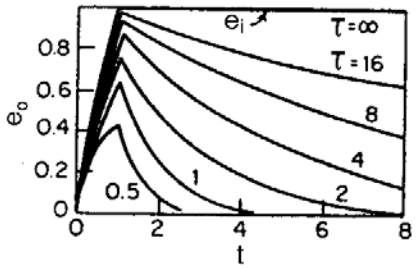
$$\tau = RC$$



รูปที่ 5 stray coupling capacitance ของตัวนำที่เกิดขึ้นในวงจร

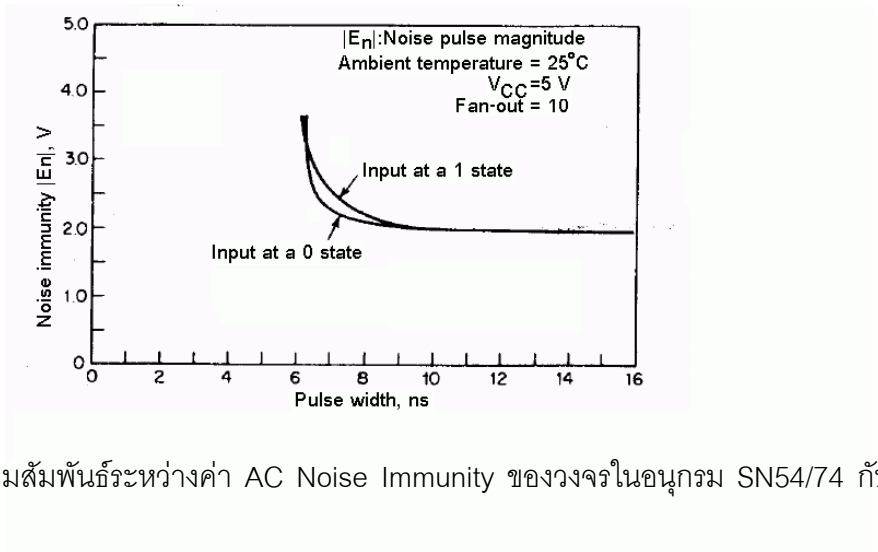


รูปที่ 6 วงจรสมมูลของ coupling impedance



รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความกว้างและแอมปลิจูดของสัญญาณรบกวนที่นอร์มอไลซ์แล้ว

และรูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง AC noise immunity ของวงจรในอนุกรม SN54/74 กับความกว้างของสัญญาณพัลส์



รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า AC Noise Immunity ของวงจรในอนุกรม SN54/74 กับความกว้างของสัญญาณพัลส์

เมื่อกำหนดให้เกททุกตัวของวงจรในรูปที่ 5 อยู่ในอนุกรม SN54/74 และทำการออกแบบวงจรภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้

อุณหภูมิของสภาวะแวดล้อม	เท่ากับ	25 $^{\circ}C$
แรงดันแหล่งจ่ายไฟ	เท่ากับ	5.0 V
จำนวน fan-out ของเกท	เท่ากับ	10

ขณะที่เอาต์พุตของวงจรเกท 2 เป็นลอจิก “1” สัญญาณภายนอกมีแอมปลิจูด 4.8 V และมีอัตราการเพิ่มของแอมปลิจูดที่ 0.68 V / ns โดยมีค่าอิมพีแดนซ์ที่เอาต์พุตเท่ากับ 1.65 Ω และ coupling capacitance เท่ากับ 4.3 pF อยากทราบว่าสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นเนื่องจาก stray coupling capacitance นี้จะมีผลกระทบต่อการทำงานของวงจรทำให้วงจรทำงานผิดพลาดหรือไม่ เพราะเหตุใด ให้อธิบายอย่างละเอียด (*10 คะแนน*)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. จาก data sheet ที่ให้ในหน้าที่ 15-16 จงตอบคำถามต่อไปนี้

a) ไอซี TTL SN7404 จำนวน 1 ตัว จะสามารถขับไอซี TTL SN7432 ได้หรือไม่ ถ้าหากสามารถขับได้ ไอซี TTL SN7404 จะมี fan-out ได้สูงสุดเท่าไหร่ โดยไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดทั้งในสถานะลอจิก High และสถานะลอจิก Low (*3 คะแนน*)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b) ไอซี TTL SN7432 จำนวน 1 ตัว จะสามารถขับไอซี TTL SN7404 ได้หรือไม่ ถ้าหากสามารถขับได้ ไอซี TTL SN7432 จะมี fan-out ได้สูงสุดเท่าไหร่ โดยไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดทั้งในสถานะลอจิก High และสถานะลอจิก Low (*3 คะแนน*)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....