มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 **ประจำปีการศึกษา 2558**

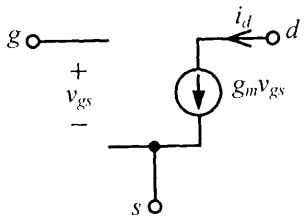
วันที่ 16 ธันวาคม 2558 **เวลา 13.30-16.30น.**

วิชา 212-530 Design and Analysis of Analog Integrated Circuits **ห้อง S101**

คำสั่ง

1. ข้อสอบชุดนี้มีทั้งหมด 4 ข้อ ควรตรวจสอบก่อนลงมือทำ
2. อนุญาตให้นำเฉพาะเครื่องเขียนและเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้ใช้ดินสอหรือปากกาก็ได้ในการเขียนคำตอบบนพื้นที่ว่างของตัวข้อสอบนี้

ถ้าไม่ได้กำหนดโดยเฉพาะสมมติให้วงจรสมมูลสำหรับสัญญาณขนาดเล็กของ MOSFET เป็นดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1

ผู้ออกข้อสอบ: นาย ภาณุมาส คำสัตย์
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

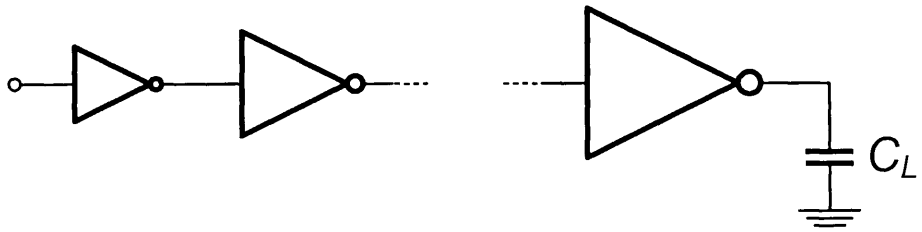
1.

(ก) อธิบายการทำงานของ switched-capacitor resistor ว่ามีหลักการอย่างไร ทำไมจึงสามารถนำตัวเก็บประจุและสวิทช์มาทำเสมือนเป็นตัวต้านทานปรับค่าได้

(ข) ให้ นศ.นำเสนอแนวคิดวงจรที่ทำหน้าที่แปลงความถี่เป็นแรงดันโดยอาศัยหลักการของ switched-capacitor resistor

ตอบ ...

2. ให้ทำการพิสูจน์ว่าทำไมในการออกแบบ super buffer หรือ super driver ในรูปที่ 1.2 ที่ต้องการขับโหลด C_L ให้ได้นั้น เพื่อที่จะทำให้ total time delay, T_d มีค่าต่ำที่สุด นั้น ขนาดของ inverter ในแต่ละขั้นจะต้องเพิ่มขึ้นด้วย factor $k = e$



รูปที่ 1.2

ตอบ ...

3.

(ก) ให้ทำการออกแบบ logic circuit โดยใช้ NMOS และ PMOS เพื่อให้ได้สมการ Boolean ต่อไปนี้

$$Y = (A + B)\overline{(C \cdot D)}$$

เมื่อ Y คือเอาท์พุทและ A, B, C, D คืออินพุท

(ข) ให้ทำการพิสูจน์ว่าวงจร logic circuit มีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยสัมพันธ์กับ ไฟเลี้ยง V_{DD}, ความถี่ f และ capacitive load C_L อย่างไร

ตอบ .....

4. จากวงจรในรูปที่ 1.3 ให้นักศึกษา

(ก) วิเคราะห์หา output noise voltage spectral density โดยสมมุติให้ภายในวงจรมีแหล่งกำเนิด noise ทั้งหมด 3 แหล่งคือ

MOS channel thermal noise current source: $\overline{i_{nd}^2} = 4kT\gamma g_m \quad \left[\frac{A^2}{Hz}\right]$, γ คือค่าคงที่

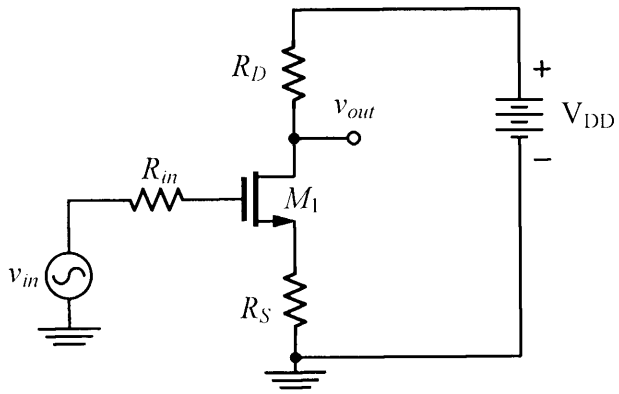
Resistor thermal noise voltage sources from R_D, R_S: $\overline{v_{nR_D}^2} = 4kTR_D \quad \left[\frac{V^2}{Hz}\right]$

$\overline{v_{nR_S}^2} = 4kTR_S \quad \left[\frac{V^2}{Hz}\right]$

(ข) ทำ equivalent voltage and current noise sources เฉพาะส่วนของวงจรซึ่งประกอบด้วย M_1, R_S, R_D และทำการพิสูจน์ว่า equivalent noise sources ที่คำนวณมาได้นี้ถูกต้องโดยอาศัยผลลัพธ์จากข้อ (ก) มาเปรียบเทียบ

หมายเหตุ: (a) ในการคำนวณ ไม่อนุญาตให้ละเลย C_{gs} ภายในทรานซิสเตอร์

(b) ให้ติดคำตอบอยู่ในค่าพารามิเตอร์ k, T, g_m, γ, R_{in}, R_D, R_S, C_{gs} ตามความเหมาะสม



รูปที่ 1.3

ตอบ ...