

스위칭 회로 고급 문제 20문제

1. NMOS 스위칭 회로에서 게이트 전압 $V_{GS} = 5\text{V}$, 문턱전압 $V_{th} = 1\text{V}$, 채널 상수 $K = 0.5\text{mA/V}^2$ 일 때 포화 영역 드레인 전류를 계산하라.

풀이:

포화 영역 드레인 전류 $I_D = K(V_{GS} - V_{th})^2/2 = 0.5 * (5 - 1)^2/2 = 4\text{mA}$

해설:

$I_D = K/2 \cdot (V_{GS} - V_{th})^2$, 포화 조건 확인: $V_{DS} > V_{GS} - V_{th}$

답:

$I_D = 4\text{mA}$

2. CMOS 인버터의 입력이 급격히 변할 때, 출력 전류가 순간적으로 증가하는 원인은?

풀이:

PMOS와 NMOS가 동시에 약간 ON 되어 숏 회로 전류 발생

해설:

스위칭 전환 순간에 두 소자가 동시에 도통되면 전류 스파이크 발생

답:

숏 회로 전류 발생

3. NMOS 스위칭 회로에서 $R_L = 1\text{k}\Omega$, $V_{DD} = 10\text{V}$, $V_{DS(on)} = 0.2\text{V}$, $V_{GS} = 5\text{V}$, $K = 1\text{mA/V}^2$ 일 때 부하 전류를 계산하라.

풀이:

$R_{\text{total}} = R_L + R_{DS} = 1000 + 0.2/((1 * (5 - V_{th})^2)/2)$ 우선 $I_D = V_{DD}/R_{\text{total}}$ 계산

해설:

ON 저항과 부하 저항 합을 고려, 전류는 $V_{DD}/(R_L + R_{DS})$

답:

$I_D \approx 9.8\text{mA}$ (문턱전압 가정 $V_{th} = 1\text{V}$)

4. 스위칭 회로에서 부하가 커패시터 $C_L = 100\text{pF}$ 일 때, 게이트 신호 상승시간 $t_r = 10\text{ns}$ 이면 스위칭 전류 최대값을 계산하라.

풀이:

$I_{\text{peak}} = C_L \frac{dV}{dt} = 100\text{pF} * (10\text{V}/10\text{ns}) = 0.1 * 10/10^{-8} = 0.1 * 10^9\text{A} \rightarrow$ 단위 확인 필요: $I = 0.1 * 10^3 = 10\text{mA}$

해설:

커패시터 전류: $I = C dV/dt$, dt 가 작으면 순간 전류 증가

답:

$I_{\text{peak}} = 1\text{mA}$ (단위 맞춤 계산)

5. NMOS 스위치에서 $V_{GS} = V_{th}$ 인 상태에서 드레인 전류는?

풀이:

$V_{GS} = V_{th} \rightarrow$ 채널 거의 형성되지 않음, $I_D \approx 0$

해설:

서브임계 영역, 미세 전류만 흐름

답:

$I_D \approx 0$

6. CMOS 인버터에서 입력 임계 전압 V_M 과 V_{DD} 가 주어졌을 때, NMOS와 PMOS 채널 폭-길이 비율을 결정하는 방법은?

풀이:

$I_D(NMOS) = I_D(PMOS)$ 조건에서 채널 폭-길이 비율 계산

해설:

이상적인 스위칭 균형 위해 PMOS 이동도 낮으므로 W/L 비율을 크게

답:

$I_D(NMOS) = I_D(PMOS)$ 조건으로 W/L 조정

7. 스위칭 회로에서 RC 부하가 있는 경우, 출력 지연 시간을 계산하는 공식은?

풀이:

$t_{pd} \approx 0.69 * R_{on} * C_L$

해설:

RC 시간상수에 따른 전압 상승/하강 지연

답:

$t_{pd} \approx 0.69 * R_{on} * C_L$

8. 스위칭 손실을 최소화하기 위해 선택해야 하는 게이트 저항과 전압 변화 조건은?

풀이:

게이트 저항 최소화, 상승/하강 속도 적절히 조절

해설:

너무 급격하면 전류 스파이크, 너무 느리면 스위칭 손실 증가

답:

저항 최소화, 적절한 dV/dt

9. 드레인 부하가 병렬 LED 3개일 때, NMOS 포화 영역 전류 계산

풀이:

$I_D = \sum I_{LED,i}$, 각 LED 전류 합산

해설:

병렬 부하는 전류 합, NMOS 포화 영역 공식 적용

답:

$$I_D = I_1 + I_2 + I_3$$

10. NMOS 스위칭 회로에서 게이트 신호 지연이 회로 동작에 미치는 영향은?

풀이:

출력 전환 지연, 스위칭 타이밍 어긋남

해설:

RC 시간, 커패시터 부하에 따라 지연 발생

답:

출력 지연 및 타이밍 오차

11. NMOS 스위칭 회로에서 V_{GS} 가 높을수록 드레인 전류가 어떻게 변화하는가?

풀이:

포화 영역에서 $I_D \propto (V_{GS} - V_{th})^2$

해설:

게이트 전압 증가 $\rightarrow$ 채널 전도도 증가 $\rightarrow$ 전류 증가

답:

드레인 전류 증가

12. 커패시터 부하를 가진 스위칭 회로에서 에너지 소모는?

풀이:

$$E = \frac{1}{2}CV^2 \text{ per transition}$$

해설:

전압 변화 시 커패시터 충전/방전 에너지 발생

답:

$$E = \frac{1}{2}CV^2 \text{ per 스위칭}$$

13. NMOS 스위칭 회로에서 온 저항 $R_{DS(on)}$ 과 스위칭 속도 관계

풀이:

저항이 낮을수록 전류 증가 → 스위칭 속도 향상 가능

해설:

저항 낮으면 출력 전압 변동 빠름, 손실 감소

답:

$R_{DS(on)}$ 낮을수록 스위칭 속도 향상

14. CMOS 복합 게이트에서 입력 변동에 따른 출력 지연을 예측하는 방법

풀이:

RC 지연 모델과 각 MOSFET 드레인 전류 고려

해설:

출력 커패시터 충전/방전 시간과 스위칭 전류 분석 필요

답:

RC 시간상수 + 드레인 전류 모델 사용

15. 스위칭 회로에서 누설 전류가 증가하면 어떤 문제가 발생하는가?

풀이:

전력 소모 증가, 출력 전압 불안정

해설:

OFF 상태에서도 전류 흐름 → 소비 전력 및 노이즈 문제

답:

전력 소모 증가, 출력 불안정

16. NMOS 포화 영역에서 드레인-소스 전압 증가 시 전류 변화는?

풀이:

포화 영역에서는 거의 일정, 약간 증가 가능 (채널 길이 변조 효과)

해설:

채널 길이 변조 λ 에 따라 전류 미세 증가

답:

거의 일정, 약간 증가 가능

17. 스위칭 회로에서 전력 손실 $P = I_D \cdot V_{DS}$ 계산 시 어떤 조건을 고려해야 하는가?

풀이:

스위칭 순간, ON/OFF 상태, 게이트 전압, 부하 전류 모두 고려

해설:

평균 전력 손실 = 스위칭 손실 + 정적 손실

답:

스위칭 및 정적 손실 모두 고려

18. NMOS 스위치가 선형 영역에서 작동할 때 드레인 전류 공식

풀이:

$$I_D = K[(V_{GS} - V_{th})V_{DS} - V_{DS}^2/2]$$

해설:

선형 영역: 채널 저항 작동, 전류는 V_{DS} 에 비례

답:

$$I_D = K[(V_{GS} - V_{th})V_{DS} - V_{DS}^2/2]$$

19. CMOS NAND 게이트에서 2 입력이 모두 '1'일 때 출력은?

풀이:

NMOS 직렬 도통, PMOS 모두 OFF → 출력 '0'

해설:

NAND 논리: 입력 모두 1이면 출력 0

답:

0

20. 스위칭 회로에서 드레인 커패시터 충전 후 방전까지 평균 전력 소모 계산 방법

풀이:

$$P_{avg} = f \cdot C_L V^2, \text{ 여기서 } f \text{는 스위칭 주파수}$$

해설:

충/방전 반복 → 평균 전력 손실

답:

$$P_{avg} = f \cdot C_L V^2$$