

이상적이지 않은 커패시터()

이 실험은 커패시터의 특성을 조사하기 위해 고안되었습니다.

커패시터의 커패시턴스(이 항상 차동 커패시턴스를 의미함) 저항 R_1 을 통해 전압 $U(t)$ 의 충전 그래프를 기반으로 찾을 수 있습니다. 회로에 따라 커패시터의 충전 전류 대 전압 $I(U)$ 의 관계를 구하고 이를 사용하여 커패시턴스를 결정해야 합니다:

$$C(U) = \frac{dq}{dU} = \frac{I dt}{dU} = \frac{I(U)}{U/dt} \quad (1)$$

이 실험에서 구현된 전기 회로는 그림 1.1에 나와 있습니다. 보드의 스위치 S_1 은 커패시터 C_1 과 C_2 사이를 전환하는 데 사용할 수 있습니다. 스위치의 중간 위치는 이 실험에서 어떤 역할도 하지 않으므로 절대 사용해서는 안 됩니다.

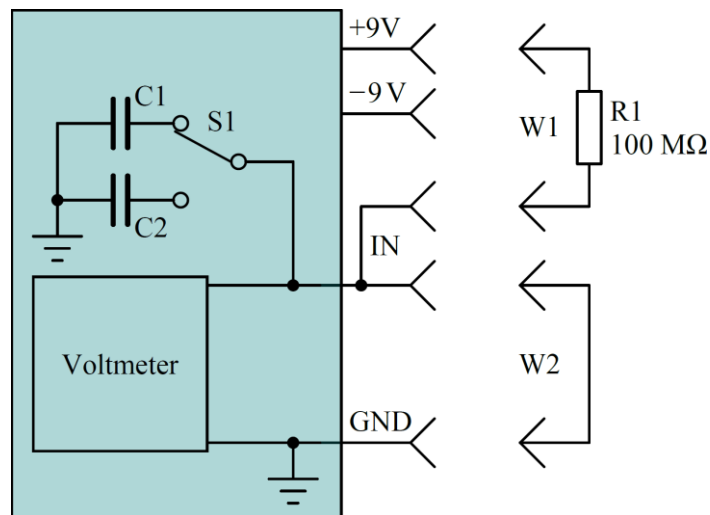


그림 1.1. 실험을 위한 전기 회로.

주의: 샘플 커패시터 중 하나에는 커패시터 전압 변화율에 따라 유전율이 달라지는 유전체가 포함되어 있습니다. 이 속도를 최대한 안정적으로 유지하려면 양극 전압에서 측정할 때는 커패시터를 9V에서 -9V로 충전하고, 음극 전압에서 측정할 때는 커패시터를 -9V에서 9V로 충전해야 합니다. 측정된 커패시턴스는 커패시터의 이전 상태에 영향을 받을 수 있으므로 측정 전 최소 10초 동안 시작 전압을 커패시터에 유지해야 합니다.

파트 A. 상온에서의 커패시터(4.0점)

커패시터 C_1 및 C_2 의 커패시턴스와 실온에서의 전압을 측정하고 그래프로 표시합니다(모든 그래프를 같은 축에 함께 그립니다).

- | | |
|--|--------------|
| A.1 $C_1(U)$ 및 $C_2(U)$ 를 -7V ~ 7V 범위에서 측정하고 그래프로 표시하십시오.
용지에 C_1 및 C_2 값을, 3V 및 6V에서 작성합니다. 원시 측정값에서 커패시턴스를 계산하는 데 사용된 공식을 적습니다. 또한 보드 ID와 실내 온도도 적습니다. | 2.3pt |
|--|--------------|

A.2 커패시터의 커패시턴스가 다음을 나타내는 전압 U 최대변경을 구하십시오. 0.5pt
 전압 대비 가장 빠른 상대적 변화 $\frac{dC(U)}{C(U)dU}$. 답안지에 다음과 같이
 어떤 커패시터(C1 또는 C2)가 가장 빠른 변화를 보이는지, 그리고 그 변화가 관찰되는
 전압입니다.

A.3 6V에서 커패시터 C1 및 C2의 전하 q_1 및 q_2 는 얼마입니까? 1.2pt

파트 B. NTC 서미스터 보정(1.0포인트)

알려진 실온(시험장 온도계에서)에서 NTC(음의 온도 계수) 서미스터 전압을 측정합니다. 저항 대 온도 및 회로에 대한 공식(1)은 '실험 시험 - 전체 가이드 G1'에 나와 있습니다.

B.1 NTC 서미스터 상수 $R_{(0)}$ 를 구합니다. 1.0pt

파트 C. 다양한 온도에서의 커패시터(3.0포인트)

C.1 온도 -7V ~ 7V 범위에서 $C_1(U)$ 및 $C_2(U)$ 를 측정하고 그래프로 표시합니다. 40°C,
65°C 및 85°C의 1.3pt.

C.2 그래프 $C_1(T)$ 및 $C_2(T)$ 실온에서 0V 및 6V 대 온도 비교. 0.5pt
 최대 85°C.

C.3 답안지에 커패시터 C1과 커패시터 C2의 비율 $C(85^\circ\text{C})/C(40^\circ\text{C})$ 를 적습니다. 0V 및
6V에서 1.2pt C2.

파트 D. 측정 오류의 원인(2.0점)

이 실험의 이전 작업은 초기 충전 시간이 긴 조건에서 수행되었습니다. 더 짧은 충전 시간(0.1~10초)을 살펴보면 여러 가지 오류의 원인이 있을 수 있습니다:

- 누설 전류.
- 공정 시간 규모에 따라 유전체 표현할 수 있는 커패시터 유전체의 편광 특성입니다.

주의: 단열재는 공기 중의 수분을 흡수하여 전도성이 될 수 있습니다. 누출 측정을 할 때는 제거하세요.

커패시터 누설과 전압계 입력 전류는 전압에 따라 달라지므로, 9V에 가까운 전압에서 이러한 오차를 추정하여 C1과 C2 측정의 주요 오차 원인을 결정하십시오. 이 문제에 답하기 위해 어떤 보조 측정을 어떤 조건에서 수행해야 하는지 결정하십시오. 다음 D.1 및 D.2 문제에 대한 답안에는 아래 표에 예시된 대로 측정 조건, 측정한 수량 및 측정에 근거하여 내린 결론을 표시할 수 있습니다.

참고: 이 예시는 측정값을 개략적으로 설명하는 방법일 뿐이며, 측정값의 관련 조건은 직접 결정해야 합니다.

문제 D.1 및 D.2의 답안 작성 방법의 예시입니다:

예 1.

측정 회로에 연결된 C1의 전압 변화 속도가 9V에서 더 빠르다는 것을 보여줍니다. 가능한 S1 위치: C1, C2
IN 연결 가능: +9V, -9V, GND, 자유 초기 설정:

S1 위치	연결 중
C1	9V

프로세스

단계 번호	S1 위치	연결 중	지속 시간, 초	측정 변수
1	C1	무료		$ d(u_{C1})/dt $
2	C1	GND		
3	C1	무료		$ d(u_{C1})/dt $

확인: $d(|u_{C1})/dt|_1 > d(u_{C1})/dt|_3$

예 2.

9V에서 C1의 전압 변화율이 1000초 동안 0V에서 시작하는 평균 전압 변화율보다 크다는 것을 보여줍니다.
가능한 S1 위치: C1, C2
IN 연결 가능: +9V, -9V, GND, 자유 초기 설정:

S1 위치	연결 중
C1	9V

프로세스

단계 번호	S1 위치	연결 중	지속 시간, 초	측정 변수
1	C1	무료		$ d(u_{C1})/dt $
2	C1	GND		
3	C1	무료		u_C
4	C1	무료	1000	
5	C1	무료		u_C

확인: $d(|u_{C1})/dt|_1 > (u_{C3} - u_{C5})/1000$

D.1 $C_1(9V)$ 측정의 주요 오류 원인은 무엇인가요? 측정값을 단계를 표에 적습니다.

1.0pt

D.2 $C_2(9V)$ 측정의 주요 오류 원인은 무엇인가요? 측정값을 단계를 표에 적습니다.

1.0pt

발광 다이오드(LED)(10점)

이 실험은 LED의 전기적 및 열적 특성을 조사하기 위해 고안되었습니다. PCB의 온도 측정을 위해서는 실험-1 B.1 섹션에서 얻은 계수를 사용해야 합니다. 이 실험에 사용된 전기 회로는 그림 2.1에 나와 있습니다. 장비 가이드는 질문 1에 대한 설명을 참조하십시오.

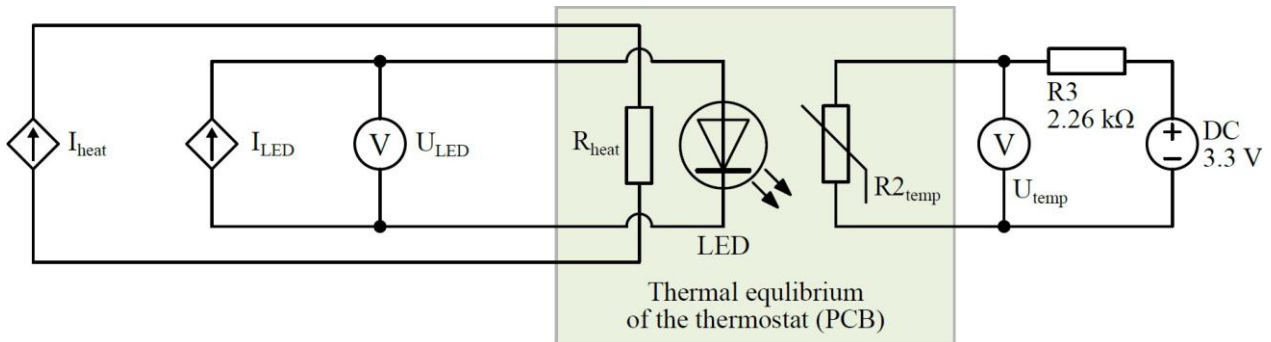


그림 2.1. LED 조사 실험의 실험 설정. LED는 고임피던스 전압계로 측정된 정전류(연속 또는 펄스 모드)와 순방향 전압에 의해 구동됩니다. 가열 및 온도 측정 부분은 실험 1과 동일합니다. 인쇄 회로 기판(PCB)의 모든 부품 사이에 열 평형이 유지됩니다.

LED는 일반적으로 사용되는 정전압과 달리 정전류로 구동됩니다. LED의 측정된 전압은 반도체 덩크 다이의 설정 전류와 온도에 따라 달라집니다. 볼트 암페어 특성의 수학적 표현은 복잡하고 일반적으로 알려지지 않은 물리적 및 기술적 파라미터에 따라 달라집니다. 따라서 이 실험에서는 전압 대 LED 전류 및 LED 다이 온도 T_j 의 2차원 의존성을 조사해야 합니다:

$$U_{LED} = \text{함수}(I_{LED}, T_j).$$

LED 반도체 다이와 PCB 사이의 열 저항은 전력과 관련이 있습니다. P 를 다음과 같이 설정합니다(여러 값의 전류에서 I_{LED}):

$$\frac{\Delta T}{P} = \frac{(T_j - T_{PCB})}{P}.$$

주의: LED는 연속 전류 또는 단전류 펄스로 구동할 수 있습니다. 후자의 경우 펄스 지속 시간이 LED 자체 발열을 피할 수 있을 만큼 충분히 짧다고 가정하고(예: 1ms 펄스 듀레이션, 최소 100ms 간격으로 측정), 이러한 구동 체제에서 $T_j = T_{PCB}$ 를 가정합니다. 연속 작동 중 $T_j > T_{PCB}$ 및 열 저항 $\frac{\Delta T}{P}$ 을 계산할 수 있습니다.

파트 A. 다양한 온도에서의 볼트 암페어 특성(5.0점)

실험 1과 실험 2의 가열의 물리적 메커니즘은 모두 동일합니다. 따라서 실험 1에서 얻은 결과를 사용하여 서미스터 전압과 온도를 연관시킬 수 있습니다. 또는 이 명시적인 근사 관계를 사용할 수도 있습니다:

$$T(U) = \frac{3500}{9.9 - \ln\left(\frac{1}{U} - 0.3\right)},$$

여기서 T 은 온도로 켈빈으로 표시되며 U 은 서미스터의 전압으로 볼트 단위로 표시됩니다.

펄스 모드에서 실온부터 80°C 까지 다양한 온도에서 LED의 전류 대 전압을 측정하고 그래프로 표시합니다.

A.1	측정 및 그래프 $I_{\text{LED_펄스}}(U_{\text{LED_펄스}}, T)$ 3mA 범위에서의 의존성 및 $40, 60, 80^{\circ}\text{C}$ 에서 $2.5\text{pt} \sim 50\text{mA}$. 모든 커브를 같은 그래프.	실온
A.2	답안지에 $3, 10, 20, 40\text{mA}$ 에서 $U_{\text{LED_펄스}}$ 값으로 표를 채우세요. $40, 60, 80^{\circ}\text{C}$ 에서 1.0pt 구동 전류 $I_{\text{LED}}(U)$ (펄스).	실온,
A.3	$U_{\text{LED_펄스}}(I_{\text{LED_펄스}}, T)$ (문제 A.2에 나열된 것)의 주요 포인트를 그래프로 표시하고 는 $3, 10, 20$ 및 온도-온도 계수 $(\Delta U(I)/\Delta T)$ 에 대한 선형 전압 의존성을 (대략적인 그래픽으로)	1.5pt

파트 B. 연속 구동 전류에서 LED 볼트 암페어 특성 측정(3.5점)

B.1	I 연속 주행 히터를 끈 상태에서 $3\text{mA} \sim 50\text{mA}$ 범위의 1.5pt 의존도를 측정하고 그래프로 표시합니다 ($U_{\text{LED}}(I)$ (연속)). 답안지에 $U_{\text{LED_연속}}$, PCB (열 상태) 온도 T_{PCB} , 그리고 $3, 10, 20, 40\text{mA}$ 에서 $\Delta U = U_{\text{LED_펄스}} - U_{\text{LED_연속}}$ 값도 적습니다.	
B.2	LED의 저항은 일정하지 않으므로(전류에 따라 다름), 다음과 같은 용어가 사용됩니다. 동적 저항이 사용되며 $\frac{dU}{dI}$ 로 표현됩니다. 그래프 (B.1)를 사용하여 다음을 추정합니다. LED 동적 저항의 역수 $1/(\frac{dU}{dI}) = \frac{dI}{dU}$. 답안지에 적습니다. $\frac{dI}{dU}$ 의 값을 적습니다. 다음 지점에 접선 $\frac{dI}{dU}$ 을 그립니다. $3, 10, 20, 40\text{mA}$ 에서 $\frac{dI}{dU}$ 의 값을 적습니다. 다음 지점에 접선 $\frac{dI}{dU}$ 을 그립니다. 그래프에	0.5pt
B.3	연속적으로 작동하는 반도체 다이의 온도($T(P)$)와 전력의 함수인 ously 동작하는 반도체 다이(T_j)와 PCB의 온도(T_{PCB})를 전력의 함수($3, 10, 20, 40\text{mA}$ 에서)로 구하십시오. 선형 LED 열 저항 ΔT 을 계산(그래픽으로 대략적으로)하고 답안에 적으세요. P 시트임 참고: LED가 소비하는 모든 전기 에너지는 열로 변환되고 빛으로 방출되는 에너지는 무시할 수 있다고 가정합니다.	1.5pt

파트 C. 온도에 따른 LED 전류 드리프트 계산(1.5점)

서론에서 LED는 일반적으로 정전류로 구동되지만 정전압으로 구동되지는 언급했습니다. 과제 B.1에서 20mA 전류에 대해 측정한 정전압 값으로 20mA의 공칭 전류 값으로 LED를 구동하기로 결정했다고 가정해 봅시다.

C.1 섹션 B에서 계산한 LED 특성을 사용하여 LED에 흐르는 실제 전류

전압

이 일정하게 유지되는 경우 LED를 통해 흐르는 1.5pt 임대료(B.1.에서 측정한 전압),