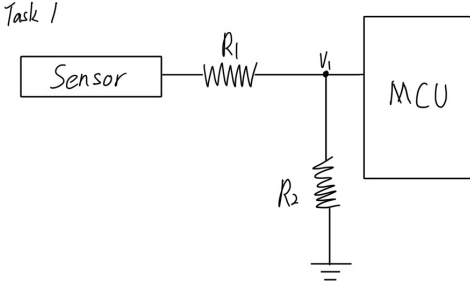
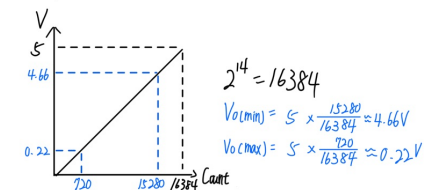


Task 1



1. Calculate the sensor output voltage
Supply Voltage (max): 5V



2. Voltage divide

$$V_1 = \frac{\text{Sensor output Voltage}}{R_1 + R_2} \times R_2$$

$$V_{1(max)} \leq 3.3V$$

$$\therefore \text{分壓比例為 } \frac{R_2}{R_1 + R_2} \leq \frac{3.3}{4.66} \approx 0.71$$

3. Choose resistor

(1) 誤差
→ 因電阻本身就有誤差，並且也會受到溫度的影響
→ 所以將分壓的比例控制在 ≤ 0.7

(2) 電流與功耗
→ 因MCU的輸入端為高阻抗，所以不需考慮電流流入MCU
→ 而MCU輸入端的高阻抗使我們可以使用較高的電阻值
→ 因較高的電阻會使功耗下降

∴ 在電阻的選擇上可以使用 E-24 的電阻

$$R_1 = 22k\Omega, R_2 = 47k\Omega \text{ 來進行分壓}$$

→ 這兩類電阻是常見的電阻，雖然也可以使用 E-1% 的電阻，精度較高，但相對 E-24 來說較貴

$$4.66 \times \frac{47k}{22k + 47k} = 3.17V \leq 3.3V$$

$$I = \frac{4.66}{22k + 47k} = 67.5\mu A$$

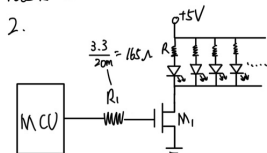
$$P_R = I^2 \times R = 0.1mW$$

$$P_{R2} = 0.214mW$$

如無 22kΩ 與 47kΩ 電阻，也可以選擇 $R_1 = 15k\Omega, R_2 = 33k\Omega$

也可以選擇其他電阻 (選擇 10kΩ 以上的電阻為佳)，使其分壓比例 ≤ 0.7

Task 2



LED 的 $V_F = 2V, I_F = 20mA$

M1 使用 IRLR2908

因電流量較大，所以不使用 2N2222A

使用 TIP41C 可能會造成功耗過大

使用 IRLR2908 會無法驅動

$$I_D = 20mA \times 20 = 0.4A$$

$$V_{DS} = I_D \times R_{DS(on)} = 0.4 \times 25m = 0.01V$$

$$R = \frac{5 - 2 - 0.1}{20mA} = 150\Omega$$

$$R_1 = \frac{3.3}{20mA} = 165\Omega \rightarrow \text{用 } 220\Omega \text{ 也行}$$

$$P_{R1} = 220 \times (20mA)^2 = 88mW$$

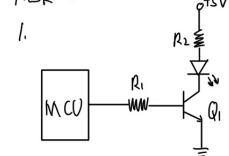
$$P_{R1} = [150 \times (20mA)^2] \times 20 = 1.2W$$

$$P_{M1} = 25m \times (0.4)^2 = 4mW$$

$$M_1 \text{ 可能達到的溫度為 } T_j = 25 + (110 \times 4m) = 25.44^\circ C$$

在此電路如需更換電晶體，需選擇可承受較大電流量、驅動速度快符合電晶體驅動條件並且不會使功耗大的電晶體即可。

Task 2.



LED (0TLP690C-R) 的 $V_F = 2.0V (V_{F(max)} = 2.4V)$

$$I_F = 20mA$$

Q1 可以使用 2N2222A 與 IRLR2908，但此電路只有一顆 LED，所以選擇便宜的 2N2222A 即可

→ 2N2222A
響應快速
便宜且普遍

IRLR2908：雖然也可以使用，但價格較貴

IRFZ44N： V_{GS} 所需的電壓在 4~10V 才能完全導通，但 MCU 現在只提供 3.3V，所以不能用

TIP41C：用來處理大電流與功耗

將 Q1 做開關使用，則 Q1 需飽和，Q1 飽和時， $V_{CE(sat)} \approx 0.1V, \beta = 10, V_{BE(sat)} = 0.6V$

$$\therefore R_2 = \frac{5 - 0.1 - 2}{20mA} = 145\Omega$$

$$I_B = \frac{20mA}{10} = 2mA$$

$$R_B = \frac{3.3 - 0.6}{2mA} = 1.35k\Omega$$

$$P_{R2} = 145 \times (20mA)^2 = 58mW$$

$$P_{LED} = 2 \times 20mA = 40mW$$

$$P_{R1} = 1.35k \times (2mA)^2 = 5.4mW$$

$$P_{Q1} = 0.1 \times 20mA = 2mW$$

$$Q_1 \text{ 可能會達到的溫度為 } T_j = T_a + (R_{th} \times P)$$

$$= 25 + (350 \times 2mA)$$

$$= 25.7^\circ C$$

若在未來需要更換電晶體，選擇在小電流的情況下也有較佳效率的電晶體 (小訊號電晶體大致都可以)