

逢甲大學學生報告 ePaper

汽車引擎溫度監測系統

Automotive Engine Temperature Monitoring System

作者：陳筠喬

系級：自動控制工程學系二年級乙班

學號：D1228213

開課老師：黃清輝 教授

課程名稱：感測與量度工程

開課系所：自動控制工程學系

開課學年：113 學年度 第 2 學期



中文摘要

本研究的動機源於日常生活中汽車已成為人們重要的交通工具，而引擎則扮演如同心臟般的關鍵角色。當汽車在長時間行駛或高溫環境下運作時，引擎溫度容易升高，若未能即時監控與控制，將可能造成動力下降、零件損壞，甚至危及行車安全。因此，本研究的目的是在於設計一套可靠且具實用性的汽車引擎溫度監測系統，藉由感測器與電路設計的整合，實現即時監測、準確判讀與警示功能，以提升引擎運行的穩定性與車輛安全性。

在方法設計上，本研究選用 PT100 鉑電阻溫度感測器作為核心元件。PT100 具備高精度、良好線性、低漂移與抗雜訊特性，特別適合應用於汽車引擎艙這類高溫且干擾頻繁的環境。為了將感測器的阻值變化轉換為可供處理的電壓訊號，本研究採用電阻分壓法並結合非反相運算放大器架構，使輸出電壓範圍符合微控制器（Arduino 或 ESP32）之 ADC 模組的輸入需求。系統電源則以單電源架構搭配穩壓模組（如 7805）設計，並透過虛擬接地與濾波電容來提升供電品質，確保整體系統的穩定性與相容性。

此外，針對汽車環境中的高雜訊問題，本研究同時加入多層次的抗干擾設計。硬體部分採用屏蔽線、RC 濾波器及退耦電容來抑制電磁干擾與電源紋波；軟體部分則透過移動平均與中值濾波演算法進行數據平滑化處理，避免溫度讀值受到突發雜訊影響。最後，系統輸出部分設計了簡單直觀的指示電路與顯示方式，當溫度超過設定閾值時，可透過 LCD、LED 燈號或蜂鳴器進行即時警示，使駕駛能快速判斷並採取應對措施。

這個系統能成功將 PT100 的微小電阻變化準確轉換為線性電壓，並在經過放大與數位化處理後，提供穩定且可靠的溫度監測效果。此設計不僅能有效提升行車安全與引擎維護效率，亦具備良好的擴充性，可延伸應用於電動車電池熱管理、智慧車載模組，甚至結合物聯網技術進行遠端監控與資料分析。綜合而言，本研究所提出的汽車引擎溫度監測系統展現了理論與實務結合的價值，並具備廣泛的應用前景與實際意義。

關鍵字：

1. 汽車
2. 引擎
3. 溫度感測器
4. 放大電路
5. 抗干擾設計

Abstract

The motivation of this study originates from the fact that automobiles have become an essential means of transportation in daily life, with the engine serving as the core component comparable to the human heart. During long-term driving or under high-temperature environments, the engine temperature can easily rise. Without timely monitoring and control, this may lead to power loss, component damage, or even driving safety hazards. Therefore, the purpose of this study is to design a reliable and practical automotive engine temperature monitoring system. By integrating sensors with circuit design, the system aims to achieve real-time monitoring, accurate measurement, and effective warning functions to enhance both engine stability and vehicle safety.

In terms of methodology, the PT100 platinum resistance temperature sensor was selected as the core element. The PT100 features high precision, good linearity, low drift, and strong anti-noise capability, making it well-suited for the high-temperature and interference-prone environment of an engine compartment. To convert the resistance variation of the sensor into a processable voltage signal, a resistor voltage divider combined with a non-inverting operational amplifier configuration was adopted. This ensured that the output voltage matched the input range of the microcontroller's ADC module (Arduino or ESP32). For the power supply, a single-supply architecture with a voltage regulator (e.g., 7805) was employed, along with a virtual ground and decoupling capacitors to improve power quality and ensure stability and compatibility of the system.

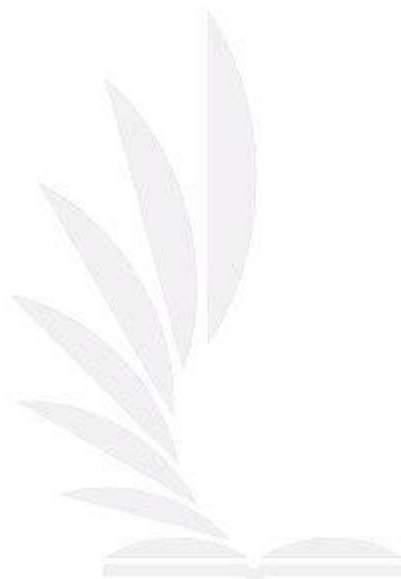
Furthermore, considering the high-noise automotive environment, multi-level anti-interference measures were incorporated. On the hardware side, shielded wires, RC filters, and bypass capacitors were implemented to suppress electromagnetic interference and voltage ripple. On the software side, moving average and median filtering algorithms were used to smooth data and reduce the influence of sudden noise spikes. The output design also included intuitive indicator circuits and display devices. When the engine temperature exceeded the preset threshold, the system could trigger immediate alerts through an LCD, LED indicators, or a buzzer, allowing the driver to respond quickly and appropriately.

The system successfully converted the PT100's subtle resistance variations into linear voltage signals. After amplification and digitization, the system provided stable and reliable temperature monitoring. The proposed design not only improves driving

safety and engine maintenance efficiency but also offers strong expandability. It can be extended to applications such as battery thermal management in electric vehicles, intelligent in-vehicle modules, and even integration with IoT for remote monitoring and data analysis. Overall, the proposed automotive engine temperature monitoring system highlights the value of combining theoretical concepts with practical design and presents significant potential and practical applications for future development.

Keyword :

1. Automobile
2. Engine
3. Noise Reduction
4. PT100 Sensor
5. Temperature Monitoring



目 次

一、前言(Introduction).....	5
二、系統設計流程(System Design Process).....	6
● 2-1 選用哪種溫度感測器 R(T)	
● 2-2 電阻對電壓轉換電路方法	
● 2-3 各項電源電壓的考慮	
● 2-4 選用哪種編號的 OPamp	
● 2-5 轉換電路的設計	
● 2-6 放大器的設計	
● 2-7 指示電路的設計	
● 2-8 消除雜訊及預防雜訊干擾	
● 2-9 線路說明及分析	
● 2-10 調校步驟的安排	
三、未來展望(Future Prospects).....	20
四、結論(Conclusion).....	21
參考文獻(References).....	22



一、前言(Introduction)

在現今的交通環境中，汽車已成為人們日常生活中不可或缺的交通工具，而引擎則是影響汽車性能與安全性的核心部件。引擎在長時間運作或高溫環境下，容易產生過熱現象，若未能及時掌握其溫度變化，將可能導致動力下降、零件損壞，甚至危及行車安全。因此，設計一套能夠即時監測引擎溫度的系統，不僅能確保車輛運行的穩定性，也能提升整體的行車安全。

本報告主要在探討以 PT100 鉑電阻感測器為核心的汽車引擎溫度監測系統設計。透過電阻分壓法與非反相運算放大器，將感測器輸出的微小阻值變化轉換為線性電壓訊號，再由微控制器進行數位化與顯示，並搭配濾波、穩壓及抗干擾設計，確保系統在高雜訊環境中仍能穩定運作。藉由完整的設計與分析，本研究期望提出一個可靠且具實用性的解決方案，為汽車引擎的安全監控與後續智慧車載應用奠定基礎。



二、系統設計流程(System Design Process)

● 2-1 選用哪種溫度感測器 R(T)：

我會選用 PT100 鉑電阻溫度感測器。

1. 高精度與穩定性 → PT100 是工業等級常用的電阻式溫度感測器，其名稱中的「100」代表在 0°C 時電阻值為 100Ω 。具有極佳的精度與穩定性；在長時間運作下，誤差與漂移非常小，適合智慧工廠這種長期監控的場合。
2. 良好的線性關係 → PT100 的電阻值與溫度呈接近線性變化，約每升高 1°C 電阻增加約 0.385Ω ；助於簡化後端電壓轉換與數據處理的設計。
3. 標準化規格 → PT100 是全球通用的標準型感測器 (IEC 751 標準)，易於整合與比對；可直接搭配標準參考電阻與校正值，便於調校。
4. 適用溫度範圍廣 → 工作溫度範圍從 -200°C 到 $+850^{\circ}\text{C}$ 。在汽車冷車啟動的極寒環境或高負載行駛下引擎溫度升高至 120°C 以上，依然能穩定運作且維持精度，為車載系統提供可靠的溫度依據。
5. 抗雜訊能力佳 → 因為 PT100 為電阻式感測器，可設計成電橋或分壓輸入電路；且本身為低阻抗元件 (100Ω)，相較於熱敏電阻或熱電偶更不容易受到環境雜訊干擾。在汽車引擎室這種電磁干擾頻繁、振動劇烈的條件下，抗干擾能力越強的感測器越能保障系統穩定運作。
6. 可長距離佈線 → 若使用三線式或四線式接法，PT100 可有效補償引線電阻，適合遠端量測應用。

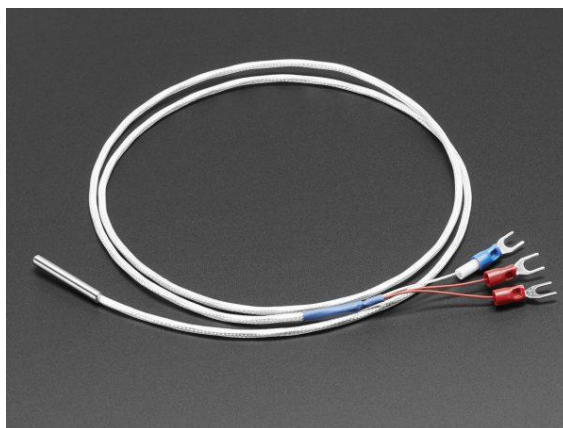


圖 1、PT100 溫度感測器[2]

PT100 鉑電阻溫度感測器與【汽車引擎溫度監測】應用之結合：

汽車引擎在運轉過程中會產生大量熱能，若未能即時監測並有效控制溫度，將導致水箱過熱、引擎故障甚至拋錨。為了讓駕駛者能清楚掌握引擎溫度變化，並在異常升溫時即時反應，設計一套可靠的溫度監測系統顯得非常重要。

1.訊號轉換與放大電路	由於 PT100 的電阻變化量小，因此先透過電阻分壓法將其轉換為電壓訊號，再使用非反相運算放大器進行放大處理，使輸出電壓範圍落在 0V~5V，對應實際溫度範圍 0°C~120°C。此電壓訊號即可提供給微控制器進行判讀。
2.微控制器即時讀取與處理	透過 Arduino 或 ESP32 的 ADC 模組讀取放大後的電壓訊號，再透過公式轉換為實際溫度數值，並即時顯示於 LCD 螢幕。駕駛可清楚了解當下引擎的溫度，並設定當溫度超過 100°C 時自動開啟冷卻風扇或觸發警報。
3.系統可靠性與車載環境適應性	考量汽車電源由12V電瓶提供，因此系統另加設穩壓模組（如7805）將電壓穩定為 5V 提供電路使用；搭配濾波電容與屏蔽線，降低來自車載電源或點火線圈等高干擾源的影響，提升整體運作穩定性。

● 2-2 電阻對電壓轉換電路方法：

我會選用電阻分壓法 + 運算放大器來進行電阻對電壓的轉換。

1. 電路簡單、易於實現與維護 → 分壓電路只需幾顆電阻，即可把 PT100 的電阻變化轉成電壓訊號；配合運算放大器進行放大，即可輸出所需的對應電壓範圍（如 0~5V）；相較於電橋電路或定電流源法，設計更直觀、元件更少。
2. 成本較低 → 不需要額外購買穩定定電流源 IC 或建構完整的惠斯登電橋；所需的元件為：感測電阻、固定電阻、穩壓電壓源（如 TL431）與基本的運算放大器（如 OP07、TL072）。這些元件成本低廉、通用性高，特別適合用於大量製造或車用產品模組化設計，提升產品競爭力。
3. 易於歸零與校正 → 分壓點可透過調整參考電壓與電阻比值，輕鬆調整零點與增益；運算放大器的輸出可用 VR 微調，使 0°C 對應 0V，100°C 對應 5V（或其他範圍），提升可調整性。
4. 相容於單電源操作 → 分壓電路與非反相放大器結構可在單電源（如 5V 或 9V）下工作；更適合智慧工廠或車輛應用中便攜式、低功耗的設計需求（與車載或嵌入式系統相容性佳）。
5. 精度與穩定性足夠 → 若使用高穩定性參考電壓源（如 TL431）及金屬皮膜電阻，分壓輸出穩定且準確；加上低漂移運放，整體系統能保持良好線性與小誤差。
6. 可輕鬆放大訊號 → PT100 的阻值變化雖小（每°C 約 $+0.385\Omega$ ），導致電壓變化範圍窄；使用非反相運算放大器放大此訊號，使其範圍符合 ADC 或顯示設備的需求（如 0~5V）。

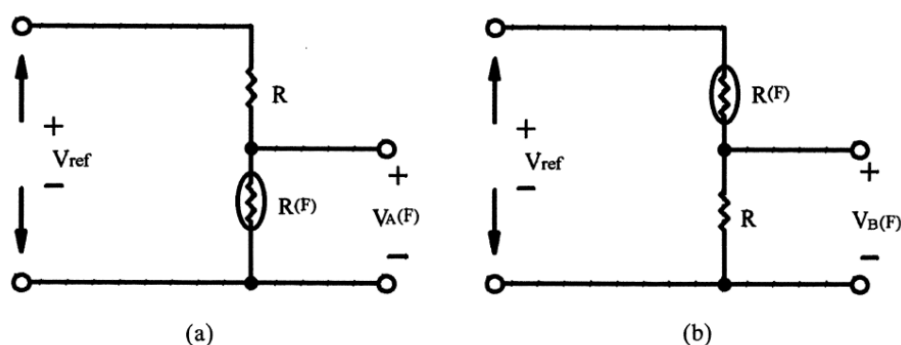


圖2、分壓法電路示意圖[1]

電阻分壓法 + 運算放大器與【汽車引擎溫度監測】應用之結合：

在實際應用中，引擎內部溫度較難直接量測，因此通常會選擇以冷卻水溫度作為引擎熱狀態的代表參數。透過將 PT100 感測器安裝於水道或水套中，可間接反映引擎運轉時的熱負荷狀況，並進一步作為系統冷卻與警示控制的依據。

1. 即時監控引擎溫度	電阻分壓法結構直觀、元件少，搭配運算放大器可有效放大微小溫度訊號，適合長時間車用環境運行，並具備良好的抗雜訊能力。
2. 高精度量測與智慧應用整合	透過 PT100 的高線性特性與 ADC 精確讀取，可將引擎溫度準確轉換為數位訊號，實現即時顯示與溫度警報功能，有助於提升行車安全。
3. 具備擴充性與應用彈性	本架構可延伸應用至多點量測、電動車電池溫控、車用智慧模組整合（如連接 ECU/CAN Bus），具有良好的擴展潛力與實用價值。

● 2-3 各項電源電壓的考慮：

1. 單電源 vs 雙電源的比較

	單電源供電（如+5V、+9V）	雙電源供電（如±12V、±15V）
優點	適用於微控制器系統、攜帶型設備或電池供電（例如 Arduino 系統）設計簡單，所需電源模組少，易整合。	可完整支援 OP Amp 正負輸出與擴大動態範圍，不需建立虛擬接地，設計較線性。
缺點	若不設「虛擬接地」，部分 OP Amp 電壓範圍可能受限，無法輸出負壓。	需要專用變壓器或電源模組，不利便攜或低功耗應用。

單電源缺點之解決方法：利用兩個等值電阻與一顆電容構成虛擬接地（Vref）讓運算放大器的輸入與輸出有參考中心點，支援正負變化。

2. 參考電壓的考慮（Vref）

目的：提供穩定的電壓給分壓電路，或作為運放的偏壓輸入選擇建議：使用 TL431 或 TLV431 精密參考電壓IC，輸出固定2.5V；也可使用 LM4040 或類似產品，提供 低溫飄、低雜訊參考源。

優點：參考電壓穩定 → 分壓電路線性好 → 放大輸出準確。

便於設定 0°C 對應 0V、100°C 對應 5V 這類線性範圍。

3. 電源穩壓與濾波設計

為了讓 OP Amp、感測電路與顯示系統正常工作，電源部分還需設計，穩壓器使用 7805 可穩定將 12V 降壓為 5V。若需更小體積與高效率，可選用 AMS1117 或 DC-DC Buck 模組（具高轉換效率、低溫升）。

電源濾波電容：

低頻濾波：220 μ F 電解電容濾除供電紊亂（主濾波）

高頻退耦：0.1 μ F 陶瓷電容置於運放與 MCU 旁，濾除高頻雜訊。

建議搭配電感或 RC 濾波器：於 VCC 路徑中加入串接電感，進一步阻隔干擾。

目的：消除突波、避免 OP Amp 震盪、提升供電品質。

4. 與微控制器的匹配

設計需連接 MCU(如 Arduino、ESP32)。輸出電壓需落在 MCU ADC 的範圍內(通常 0.5V 或 0.33V)。放大器輸出電壓不可超出 ADC 可接受電壓，否則會造成讀取錯誤或損壞。

單電源與【汽車引擎溫度監測】應用之結合：

在設計汽車引擎溫度監測系統時，電源供應方式的選擇是關鍵一環。考量到車輛普遍使用 12V 單一電源供電的特性，採用「單電源」不僅能降低設計複雜度，也有助於提升系統整體的穩定性與相容性。透過搭配虛擬接地、濾波與穩壓元件，即使在車用高干擾環境中，也能達到穩定量測與安全控制的需求。

1. 符合車載電源特性，供電簡化	汽車本身提供的電源為單一 12V 直流電，使用單電源架構可直接透過穩壓器（如 7805 或 AMS1117）轉換為 5V，無需額外雙電源模組，簡化供電設計並節省成本與空間。
2. 搭配虛接地實現運放正常工作	為了讓運算放大器能在單電源下正常處理交流訊號與偏壓，系統可建立「虛擬接地」作為參考點，讓訊號具備正負變化範圍，實現 PT100 感測訊號的有效放大與線性輸出。
3. 提升整體整合度與穩定性	單電源架構能與微控制器（如 Arduino、ESP32）直接相容，搭配適當的濾波與穩壓設計，不僅能穩定供電給感測器與運放，也降低電磁干擾，確保溫度數據準確可靠，有利於汽車溫控系統長期運作。

● 2-4 選用哪種編號的 OPamp：

我會選擇編號 TL072 的 OPamp。

1. 比較較適合選擇的兩個 OPamp：

OP07：優點在於非常低失調電壓與偏壓電流，非常適合高精度的量測環境，對微弱信號的誤差影響最小，適合需要長時間穩定且精密的溫度感測信號放大器；缺點是它一般需要雙電源供應，且輸出擺幅有限，可能在 5V 單電源環境下表現受限。

TL072：優點是 JFET 輸入，輸入阻抗高，雜訊低，且能在單電源下運作，方便汽車系統的單電源設計（5V 或 9V 供電）；缺點是 TL072 失調電壓較高，對高精度溫度感測訊號的精度可能造成影響。

2. 選擇考量：

低輸入偏壓電流（ I_b ）與低失調電壓（ V_{os} ）→ 減少訊號誤差；能在單電源下操作（如 5V 或 9V）；若輸出要直驅 ADC 或電表，要注意 OP Amp 的輸出電壓範圍；頻率補償好、不易震盪，提升系統穩定性。

編號 TL072 的 OPamp 與【汽車引擎溫度監測】應用之結合：

TL072 的高輸入阻抗特性能有效保護汽車引擎溫度感測器的微弱訊號，確保量測精準度；其支援單電源操作，適合汽車內 5V 或 9V 電源環境，簡化系統設計並提升穩定性；同時，TL072 低雜訊且具足夠頻寬，能即時放大引擎溫度的變化訊號，協助引擎控制系統準確監測與調節，保障汽車運行安全與效能。

1. 高輸入阻抗適合感測器訊號	TL072 採用 JFET 輸入，具有非常高的輸入阻抗，能有效避免溫度感測器（如熱敏電阻或熱電偶）輸出信號被負載影響，保持訊號準確，適合微弱電壓訊號的前置放大。
2. 單電源操作方便車用系統整合	TL072 可在單電源下運作，符合汽車內部電源環境，不需額外雙電源電源設計，簡化硬體架構與降低成本，提升系統可靠性。
3. 低雜訊且頻寬充足，適合快速且準確的溫度變化偵測	TL072 雜訊低且有足夠的頻寬，能即時放大溫度感測器的輸出，支持動態溫度監測，幫助引擎控制單元（ECU）快速反應，保障引擎運作安全。

● 2-5 轉換電路的設計：

將 PT100 感測器的阻值變化（電阻）轉換為線性電壓訊號。

1. 設計方式：利用 PT100 與固定電阻或參考電壓（Vref）構成分壓器；分壓輸出再送入 OP Amp 放大。

2. 公式分析：

$$\text{若 } V_{ref} = 2.5V, \text{ PT100 與 } R_1 \text{ 串接, } v_{in} = v_{ref} \cdot \frac{R_{PT100}}{R_{PT100} + R_1}$$

隨著溫度上升，PT100 的阻值會增加，導致分壓點的電壓 V_{in} 增加，從而實現阻值變化到電壓變化的轉換。這個輸出電壓接近線性，方便後續電路進行處理。

以 $V_{ref} = 2.5V$ 為例，當 PT100 阻值隨溫度從 $100\Omega (0^\circ\text{C})$ 漸增到約 $138.5\Omega (100^\circ\text{C})$ 時，輸出電壓 V_{in} 將隨之升高。若選擇的 R_1 阻值與 PT100 在正常工作範圍內的阻值相當，分壓器的輸出電壓對溫度的響應曲線可保持良好的線性度，並且靈敏度適中，不會出現訊號飽和或過小的問題。

3. 設計要點：

阻值匹配 → R_1 的選擇必須和 PT100 的阻值範圍匹配，例如選擇約 100Ω 左右的精密電阻，才能保證電壓輸出在整個溫度範圍內保持線性與較佳的靈敏度。

穩定參考電壓 → V_{ref} 需使用高穩定度的參考電壓源（如 TL431 穩壓器）提供，避免因電源波動而造成訊號誤差，確保輸出電壓的準確度和重複性。

運算放大器放大 → 分壓器的輸出電壓幅度通常較小，尤其是在低溫區間的變化微弱，必須透過低雜訊、低漂移的運算放大器（如 TL072）將訊號放大到適合 ADC 輸入的範圍，提高解析度與測量準確度。

線性化校正 → 雖然 PT100 的阻值變化相對線性，但分壓器輸出仍有微小非線性，設計中可透過軟體校正或加入額外的線性化電路來修正，使輸出電壓更貼近真實溫度曲線。

轉換為線性電壓訊號與【汽車引擎溫度監測】應用之結合：

在汽車引擎溫度監測應用中，將 PT100 感測器的阻值變化轉換為線性電壓訊號，是實現即時、準確監控的關鍵。透過分壓與運算放大電路設計，可將溫度變化對應為穩定的電壓輸出，方便引擎控制單元（ECU）進行數位化處理與反應，有助於提升引擎效率與行車安全。

1. 即時溫度反映	線性電壓輸出讓 ECU 能快速判斷引擎溫度狀態，及早啟動風扇、調整燃油量或發出過熱警示。
2. 提升量測穩定性	透過穩定參考電壓與運算放大器設計，確保訊號不受車用電源干擾，提高整體監測系統可靠性。
3. 利於數位化整合	電壓訊號便於與 ADC 相接，可直接進入微控制器做後續分析、記錄或通報，實現智慧車載系統所需的精準溫控。



● 2-6 放大器的設計：

非反相放大器： $v_{out} = \left(1 + \frac{R_f}{R_g}\right) \cdot v_{in}$

其放大率為 $1 + \frac{R_f}{R_g}$ ；輸入阻抗非常大

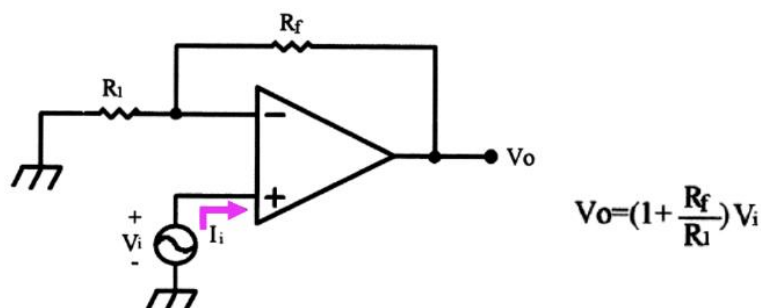


圖 3、非反相放大器

1. 目的：將感測器輸出電壓（ V_{in} ）經過放大，使其符合 ADC 或顯示設備需求（例如放大到 0~5V）。
2. 設計想法分析： R_f =回授電阻， R_g =接地電阻，設計其比值來決定增益；可使用精密可變電阻（VR）調整放大倍率，便於後期校正；若輸出需0~5V，應根據 V_{in} 的範圍設計適當增益。
3. 須注意放大後不要超出 OP Amp 飽和區；放大倍率太大會擴大雜訊，所以要在靈敏度與穩定性之間折衷。

與【汽車引擎溫度監測】應用之結合：

放大器在汽車引擎溫度監測系統中扮演關鍵角色，將溫度感測器輸出的微弱電壓信號放大至適合 ADC 讀取或儀表顯示的範圍，提高數據的準確度與可用性。

1. 增益設定	透過非反相放大器架構，利用回授電阻 R_f 與接地電阻 R_g 調整放大倍數，使輸出電壓符合 0~5V 的範圍，確保溫度訊號能被 MCU 的 ADC 精確捕捉。
2. 可調校設計	採用精密可變電阻調整增益，方便在不同環境或感測器特性變化時進行後期校正，維持監測系統的靈敏度與準確性。

3. 穩定性與雜訊控制	避免過大放大倍率導致訊號飽和與雜訊放大，平衡靈敏度與穩定性，確保監測資料穩定且可靠。
-------------	--

● 2-7 指示電路的設計：

1. 使用 100 μ A 指針電表，將輸出電壓對應至電流，滿刻度設為 100 $^{\circ}$ C；透過 VR 微調輸出電壓，使指針對應正確位置；改標 μ A 為 $^{\circ}$ C，變成溫度顯示表。
2. 數位方式：使用微控制器（如 Arduino）搭配 ADC 讀取輸出電壓；利用公式轉換為溫度值顯示於 LCD 或七段顯示器。
3. 若溫度範圍為 0~100 $^{\circ}$ C，輸出電壓應設計為 0~5V。

指針電表電流對應： $I = \frac{v_{out}}{R}$ 。

4. 指示電路通常由三部分組成：輸入感測元件、訊號處理單元及顯示或警示元件。輸入部分多以感測器（如溫度感測器、壓力感測器、光電感測器等）將物理量轉換成電氣訊號；訊號處理單元則包括放大器、比較器及模數轉換器等，負責增強信號強度、過濾雜訊及轉換訊號格式；最後是顯示元件，如LED燈、液晶顯示器（LCD）、蜂鳴器等，用來直接反映被監控參數的狀態。
5. 感測元件其選擇需考慮量測範圍、精度、響應時間與環境適應性。以溫度指示電路為例，常用的感測器包括熱敏電阻（NTC/PTC）、熱電偶及半導體溫度感測器。NTC熱敏電阻價格低廉且靈敏，但響應速度較慢；熱電偶適合高溫環境，但訊號較弱且需放大處理。
6. 由於感測器輸出的電壓或電流通常較小，需要放大器（運算放大器）將信號放大到合適範圍，方便後續處理。比較器用於將連續的電壓信號轉換為數位訊號，根據設定閾值決定指示燈的開關。設計時需注意減少雜訊影響，避免誤判。此外，濾波電路（如低通濾波器）可用來穩定輸入信號。
7. 指示電路最直觀的部分是顯示元件。常用的包括LED指示燈，具有功耗低、響應快和壽命長的優點；LCD則能顯示更多資訊如數字溫度值；蜂鳴器則用於發出聲音警示。設計時需考慮顯示元件的電壓需求和驅動能力，確保其正常工作。

指示電路的設計與【汽車引擎溫度監測】應用之結合：

指示電路設計在汽車引擎溫度監測系統裡負責將引擎溫度感測器所收集的數據轉換成可視化的訊號，透過燈號、顯示器或警示音提醒駕駛者引擎溫度的異常情況。這種設計不僅提升行車安全，也確保引擎運作於最佳狀態，避免過熱造成損壞。指示電路需具備準確的感測、穩定的信號放大與處理能力，以及直觀的提示方式，使駕駛者能即時掌握引擎狀態，進行必要的調整與保養。

1. 溫度感測與信號轉換	利用熱敏電阻（NTC/PTC）、熱電偶或半導體溫度感測器測量引擎溫度，並將模擬訊號轉換成電壓信號供指示電路處理，確保訊號準確且反應快速。
2. 訊號放大與處理電路	設計適當的放大器與比較器，將微弱的溫度信號放大，並與預設的溫度閾值比較，決定是否觸發指示元件，如LED燈或蜂鳴器，提醒駕駛者注意。
3. 直觀指示與安全警示	透過清晰的指示燈號（如綠燈表示正常，紅燈表示過熱）或顯示器數字顯示，引導駕駛者及時採取冷卻措施或檢修，有效避免引擎損壞並提升汽車整體安全性。

● 2-8 消除雜訊及預防雜訊干擾：

1. 雜訊可能來源：長距離引線 (PT100 拉長時)；電源突波；感應式馬達、高頻設備等；點火系統電磁干擾(引擎點火線圈與火花塞產生高壓火花，產生強烈電磁波干擾)；電源電壓波動與紋波(發電機與車載電子設備的切換造成電源不穩定)；接地迴路干擾(多種電子系統共用接地點不良，產生雜訊電流)；車內射頻信號干擾(無線電、手機等設備產生的射頻噪聲)。

2. 解決方法：

- a. 引線設計 → 使用屏蔽線或雙絞線連接感測器；接地良好，避免浮地。
- b. 電源濾波 → 加入 $0.1\mu\text{F}$ 陶瓷電容 (高頻濾波)；加入 $220\mu\text{F}$ 電解電容 (低頻突波濾波)；串接電感或 RC 濾波器提升穩定性。
- c. 運放穩定化 → 加入補償電容 (如 $10\text{pF}\sim 100\text{pF}$) 於回授端；限制頻寬，降低雜訊響應。
- d. 軟體濾波演算法 → 透過移動平均或中值濾波算法平滑溫度讀取數據，濾除突發異常值，提升數據可靠性。可結合多次讀取取平均值減少瞬間雜訊影響。

消除雜訊與【汽車引擎溫度監測】應用之結合：

由於引擎環境存在高溫、高振動及強烈電磁場干擾，溫度感測信號易受到雜訊影響，導致讀取不穩定或錯誤。透過有效的雜訊濾除和抗干擾設計，能提升監測系統的精度與耐用性，確保引擎在安全溫度範圍內運作。

1. 硬體濾波設計	在感測器輸出端加入低通濾波器 (如RC濾波器) 以抑制高頻雜訊，並在電源與地線間加入旁路電容，穩定電壓，減少電源雜訊干擾。
2. 屏蔽與接地策略	使用屏蔽線與金屬外殼，避免電磁波入侵感測電路，並確保系統良好接地，防止接地回路產生雜訊。
3. 軟體數據處理	利用軟體濾波算法 (如移動平均濾波、中值濾波) 對感測數據進行平滑處理，過濾突發雜訊，提升溫度讀取的穩定性和準確性。

● 2-9 線路說明及分析：

1. 功能流程：
 - a. PT100 隨溫度改變 → 電阻變化
 - b. 與固定電阻/參考電壓構成分壓器 → 產生 V_{in}
 - c. V_{in} 輸入至非反相放大器 → 放大為 V_{out}
 - d. V_{out} 輸出至 ADC 或電表 → 顯示或進一步數位處理。
2. 特點分析：整體電路為低功耗、高線性、高穩定性；電壓對應溫度設計簡單，調校方便；若搭配數位電路，還可設定溫度警報、紀錄功能等擴展應用。

● 2-10 調校步驟的安排

調校的目的是使系統準確對應溫度與輸出電壓，採用兩點校正法。

1. 兩點校正法優缺點：

優點：操作簡單不需複雜設備即可完成；計算方便利用線性關係快速轉換電壓與溫度；效果良好在感測器線性區間內誤差低。

缺點：對於非線性較大的感測器，可能無法涵蓋全部溫度範圍精度；只能保證兩點之間的準確性，超出範圍可能誤差加大；需要兩個準確的溫度參考點，實際測量環境要控制嚴格。
2. 測量與記錄低溫點數據：將感測器置於低溫環境（如室溫水槽），使用精密溫度計確定溫度 T_1 ，同時用萬用表測量感測器輸出電壓 V_1 。此數據作為第一個校正點。
3. 測量與記錄高溫點數據：將感測器置於加熱環境（如熱水槽或控溫箱），升溫至目標高溫 T_2 ，保持溫度穩定後，測量輸出電壓 V_2 。此數據作為第二個校正點。
4. 計算校正參數：利用前述線性方程計算斜率 m 與截距 b ，建立溫度與電壓之間的轉換公式。
5. 校正系統設定：將計算出的參數輸入溫度監測系統的控制單元或軟體，調整比較器的參考電壓分壓器，確保系統在設定的溫度點準確切換指示狀態。
6. 驗證與微調：重複測量不同溫度點，驗證系統輸出溫度與實際溫度是否吻合。根據結果微調分壓電阻或軟體參數，提升準確度。

三、未來展望(Future Prospects)

1. **電動車應用**：將溫度監測技術延伸至電池組與電動馬達，保障安全與效能。
2. **多點感測整合**：不只偵測引擎溫度，還可同時監測冷卻水、排氣系統及周邊零件，形成完整熱管理系統。
3. **智慧車載系統**：結合 ECU 或 CAN Bus，讓溫度數據能即時傳輸並與車輛其他系統協同運作。
4. **物聯網結合**：透過無線通訊將數據上傳雲端，進行長期分析與遠端監控，應用於智慧車隊管理。
5. **人工智慧應用**：利用機器學習演算法分析溫度數據，預測異常與故障，提升維護效率。

未來，此研究可進一步延伸至更廣泛的智慧車載應用。例如，在電動車中，溫度監測技術可應用於電池與馬達的熱管理，確保運行效率與安全；同時，若能實現多點感測與數據整合，便可構建更全面的車輛熱管理系統。配合車用 ECU 或 CAN Bus，即可使溫度資訊即時共享，增強車輛的自動化控制能力。再者，若能結合物聯網與人工智慧，不僅能進行雲端資料分析與遠端監控，更能透過數據學習與故障預測，有效提升行車安全與維護效率。這些方向都展現出汽車溫度監測技術在未來發展中的高度潛力與價值。



四、結論(Conclusion)

本次報告以汽車引擎溫度監測系統為設計主題，透過對感測器種類、電路設計、訊號處理及抗干擾措施的分析，完整呈現從理論到應用的思考過程。引擎溫度的變化對汽車性能及安全性有直接影響，若未能有效掌握與控制，可能導致動力下降甚至故障。因此，設計一個可靠的監測系統不僅具有學術價值，更與日常生活緊密相關。在規劃的過程中，我深刻體會到感測技術的實用性，以及工程設計中必須兼顧的穩定性、準確性與可行性。

在感測器選擇方面，PT100 鉑電阻具備高精度、良好線性與抗雜訊能力，相較於熱敏電阻或熱電偶更適合車載環境。配合分壓電路與運算放大器的應用，能將微小的阻值變化轉換為穩定電壓訊號，進而讓微控制器進行數位化處理與即時顯示。這不僅提升了系統的可靠性，也展現了基礎電子電路如何在實際工程應用中發揮關鍵作用。此外，透過單電源供應、虛擬接地與濾波設計，使整體架構更符合汽車使用情境，展現設計的完整性與可行性。

在整個設計過程中，我也更理解到雜訊處理的重要性。汽車引擎艙環境複雜，存在高溫、高震動及強烈電磁干擾，若未加以處理，容易造成訊號誤差與監測不穩定。透過硬體上的濾波電路、屏蔽與良好接地設計，再搭配軟體濾波演算法，能大幅提升系統的穩定性與可靠性。這讓我意識到，一個完善的工程設計不僅止於功能實現，更必須考慮到外部環境的挑戰與限制，並透過多層次的方法來加以克服。這種跨領域的整合能力，正是未來工程應用中不可或缺的核心思維。

總結來說，這次作業讓我從理論學習進一步走向實務思考，不僅了解感測器與電路設計的基本原理，也更能體會實際應用時的挑戰與解決方式。從元件選擇、電路規劃到系統抗干擾的設計，每一環節都環環相扣，決定了最終系統的效能與可靠度。雖然本次僅止於設計與分析，未能進一步實作，但透過完整的規劃過程，我已能更清楚掌握工程設計的邏輯與方向。未來若能進一步動手實作並進行測試，相信能更深刻體驗理論與實務結合的價值，也能讓設計真正應用於車載溫度監測，提升行車安全與引擎維護效率。

參考文獻(References)

- [1]盧明智、盧映宇（編著）。(2023) 應用與線路分析（第三版）。全華圖書。
- [2]Taiwan Intelligent Sensor Technology Co., Ltd. PT100 溫度感測器 防腐防水型高
溫鉑熱電阻電偶 高精度 2B 級（0.5 米線）。2025

