

## 邏輯位準轉換基本知識

在通訊和 **GPIO** 混合高和低邏輯位準電壓

作者：[Don Johanneck](#)

2021-08-05

標籤 工程 電源管理 電源和電路保護 半導體和開發工具

### 概覽

最新的數位裝置設計越小、越快、越有效率。主要的 5 V 邏輯加入更低的電壓標準，如 3.3 V、2.5 V、1.8 V 等，因此需要一個方法讓不匹配系統能可靠且有效率的進行通訊。設計人員需要確保邏輯 1 或邏輯 0 可在這些平台上達到可預期的狀態。

二進位或兩階電壓轉譯／隔離，可達到預期的電路表現。設計人員推論在 5 V 引腳上的 3.3 V 訊號「應該可行」，但並非在所有狀態下都是如此。反過來說，在 3.3 V、5 V 容差引

腳上的 5 V 在大多數情況下當然可行，但此方法由於添加額外元件，因此成本較高，且在一些情況下會「用盡」多餘的電壓。



### 有任何替代品嗎？

主動轉譯／位準轉換元件可解決常見的轉譯問題，甚至於提供其他有用的功能，例如反向、推挽式輸出、三態，或是差動功能。有沒有什麼較不複雜的方式，能達到更寬的邏輯電壓位準和雙向通訊？離散、小型的 MOSFET 可以提供高頻率和高效率的轉譯。**I<sup>2</sup>C** 和直接 **GPIO** 引腳對引腳連接，透過使用這些低成本半導體和幾個額外的被動元件即可進行通訊位準轉換。適當選用 **MOSFET** 可達到更高的邏輯電壓(如 12 V 或 18 V)，也可用於監測汽車電路，如範例所示。

註：**I<sup>2</sup>C** 在 **Hs-Mode** (高速) 可能需要更多精細的元件，例如 **NXP** 的 **PCA9306** 雙向轉譯器。

範例：[BS170](#) (N 通道增強模式場效電晶體)

**BS170** 的設計可將導通電阻降至最低，同時提供可靠且快速的切換效能，適用於低電壓、低電流切換式應用。圖 1 顯示執行基本通訊或 **GPIO** 邏輯位準轉換所需的連接。

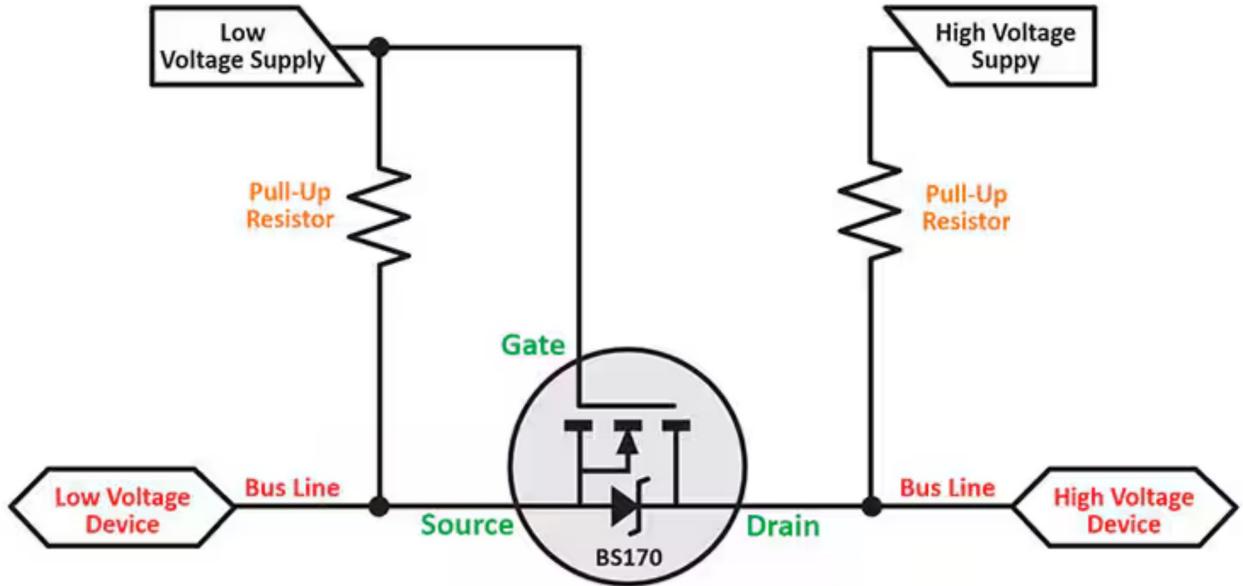


圖 1：基本、單匯流排、位準轉譯 MOSFET 電路。

透過上拉電阻，達成 MOSFET 各側的邏輯高位準，至其對應的供應，提供快速模式 (400 kHz) I<sup>2</sup>C 訊號或其他類似的快速數位介面轉換。MOSFET 的閘極固定至低電壓供應位準。沒有裝置下拉匯流排線路時，MOSFET 源極的匯流排線路由低電壓上拉電阻上拉。MOSFET 的閘極／源極電壓 (VGS) 低於閾值，且 MOSFET 非導通。這能讓 MOSFET 沖極的匯流排線路透過更高電壓上拉電阻進行上拉。MOSFET 各側的匯流排線路固定為高位 (HIGH)，但電壓位準不同。請見圖 2。

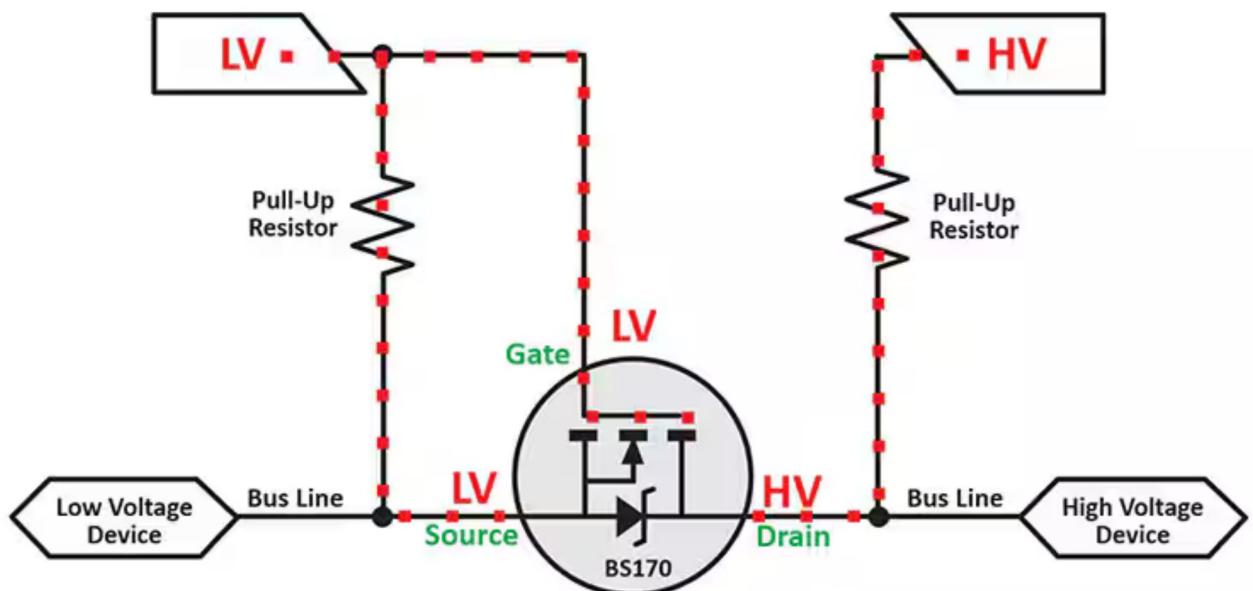


圖 2：邏輯高位電壓轉譯。

若低電壓裝置在 MOSFET 的源極下拉匯流排線路，且閘極維持為低電壓供應，VGS 會高於閾值，且 MOSFET 開始導通。MOSFET 的汲極匯流排線路也會下拉。請見圖 3。

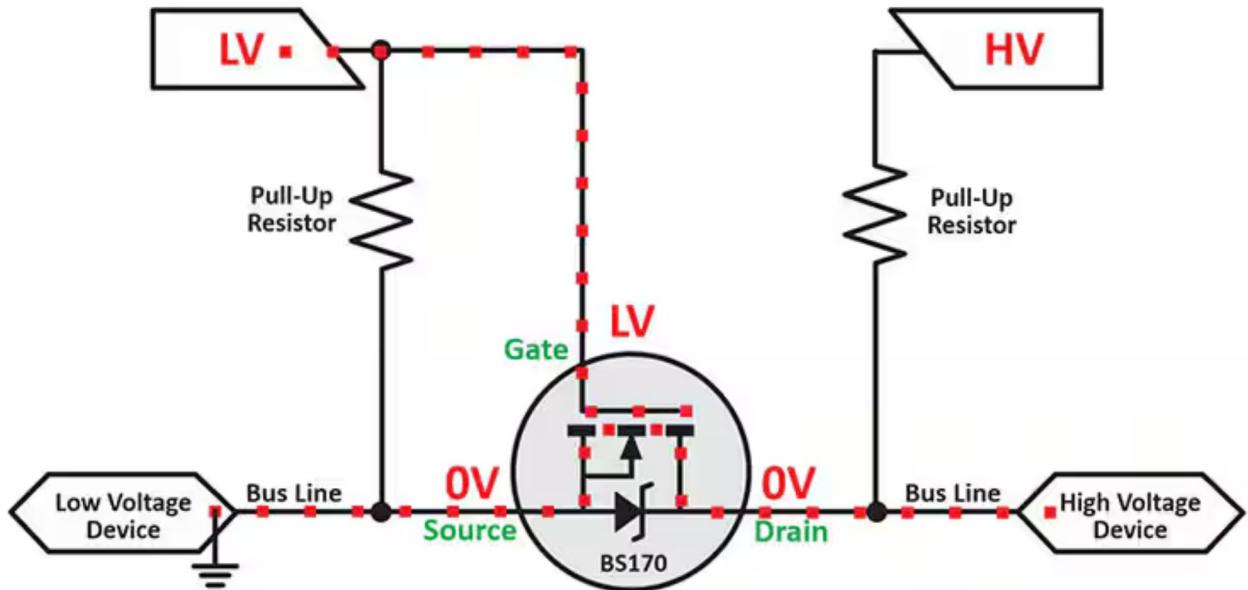


圖 3：邏輯低位 (LOW) 電壓轉譯由低電壓裝置啟動。

若高電壓裝置在 MOSFET 的汲極下拉匯流排線路，MOSFET 的基板二極體會讓源極部分下拉，這是由於少量跨二極體兩端的壓降。請見圖 4。

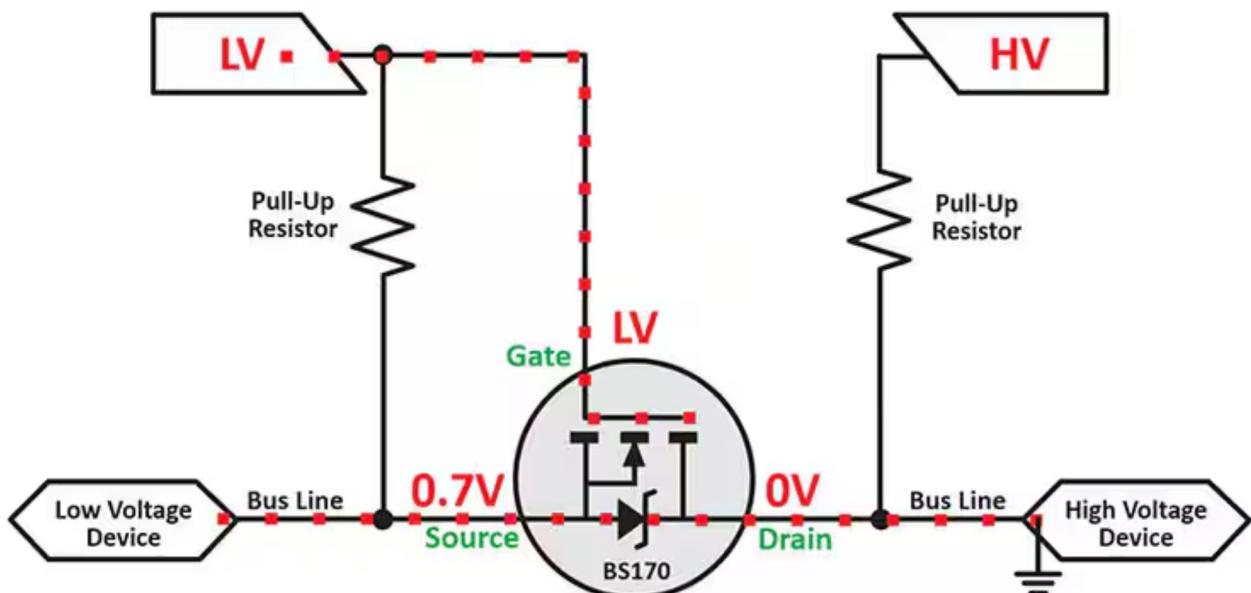


圖 4：接近邏輯低位的電壓轉譯由高電壓裝置啟動。

當 MOSFET 的源極部分下拉， $V_{GS}$  會上升至高於閾值，且 MOSFET 開始有效率的導通，繞過基板二極體。見圖 5。

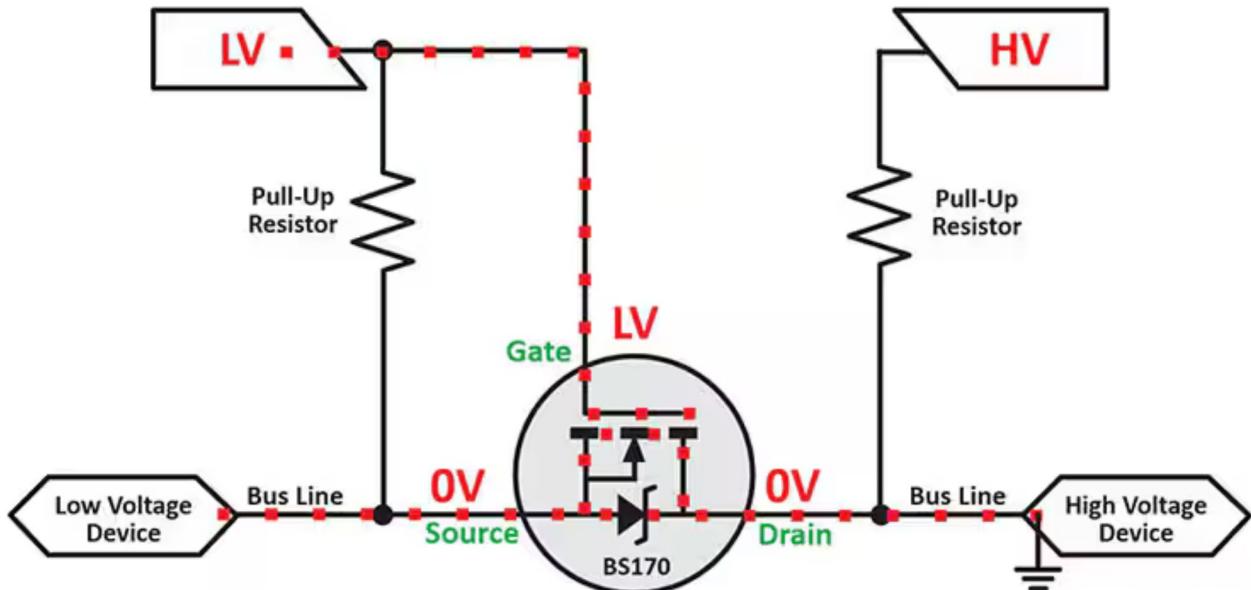


圖 5：完整邏輯低位電壓轉譯，由高電壓裝置啟動。

此三態展示在匯流排系統中雙向轉換邏輯位準，不受驅動部分的影響。依據 MOSFET 的能力，可進行不同高、低電壓供應組合。無論邏輯位準衝突是否涉及點對點 GPIO、感測器輸出、雙向多線通訊，MOSFET 位準移位器都是好用的工具。圖 5 展示使用兩個 MOSFET 實作轉譯、雙線、雙向通訊電路。

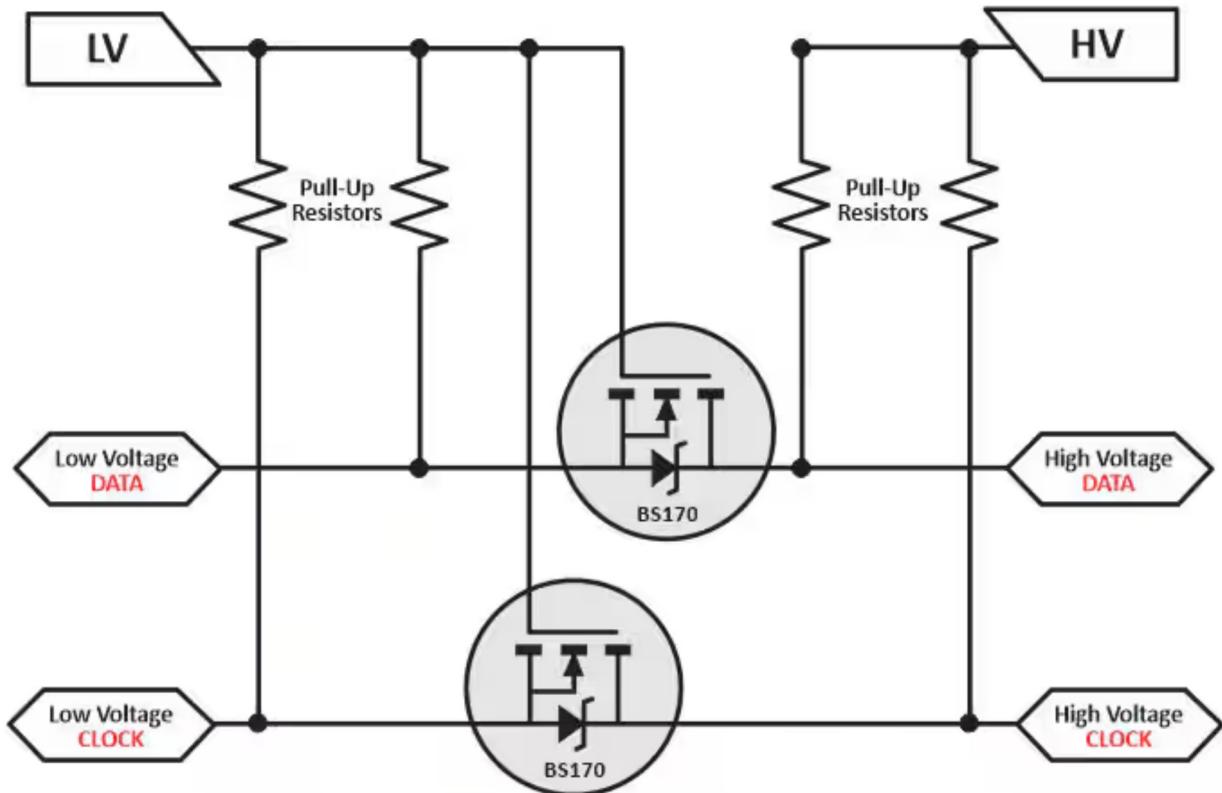


圖 6：雙線、雙向轉譯資料通訊線路。

## 隔離

為避免因高電壓裝置在高電壓供應斷電或功率損耗下造成隨機邏輯位準，必須在「汲極對汲極」加入額外 MOSFET，以便隔離高電壓邏輯匯流排線路。

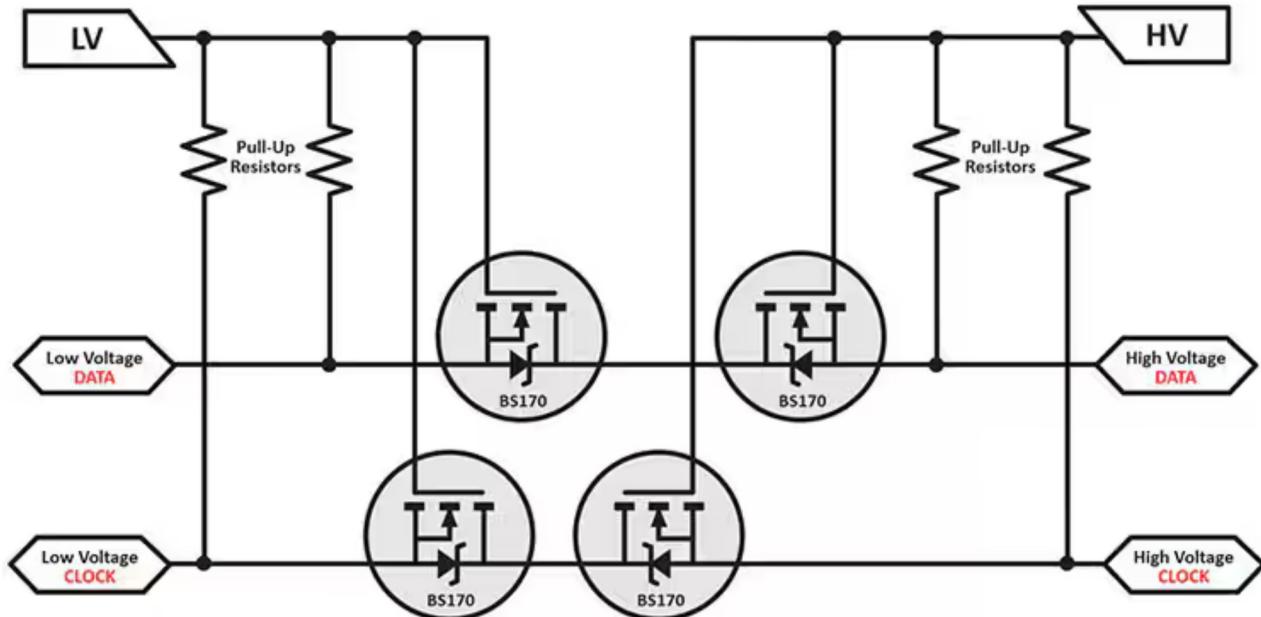


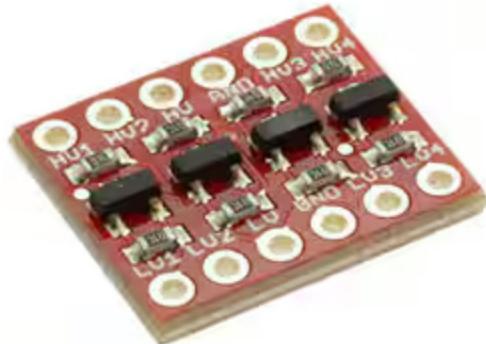
圖 7：在轉譯資料通訊電路中隔離匯流排線路。

## 開發板

若要深入瞭解更多邏輯位準轉譯，數家製造商生產的[開發板](#)已佈設 MOSFET 或邏輯轉譯元件，搭配所需的周邊被動元件，可快速連接並進行實驗。

## 總結

此簡單且有效的邏輯轉譯方式若要成功，關鍵為選擇適當的 MOSFET 和上拉電阻。典型元件規格書包含實驗所需的資訊。在大多數情況下，範圍為 4.7 Kohm 至 10 Kohm 的上拉電阻在 BS170 都可使用。精細的數位邏輯位準轉換器 IC 也可提供額外功能，例如在 I/O 供應電壓輸入提供 15 kV ESD 保護。



## 關於作者



**Don Johanneck** 是 DigiKey 的技術內容開發人員，自 2014 年加入本公司。他於近期轉任此職位，負責編撰影片說明與產品內容。Don 透過 DigiKey 獎學金計畫，自北地社區暨技術學院取得電子技術和自動化系統領域的應用科學副學士學位。他喜歡無線電控制模型、古董型機器修復與工藝修繕。

[More posts by Don Johanneck](#)

## TechForum

Have questions or comments? Continue the conversation on [TechForum](#), Digi-Key's online community and technical resource.

**Visit TechForum**

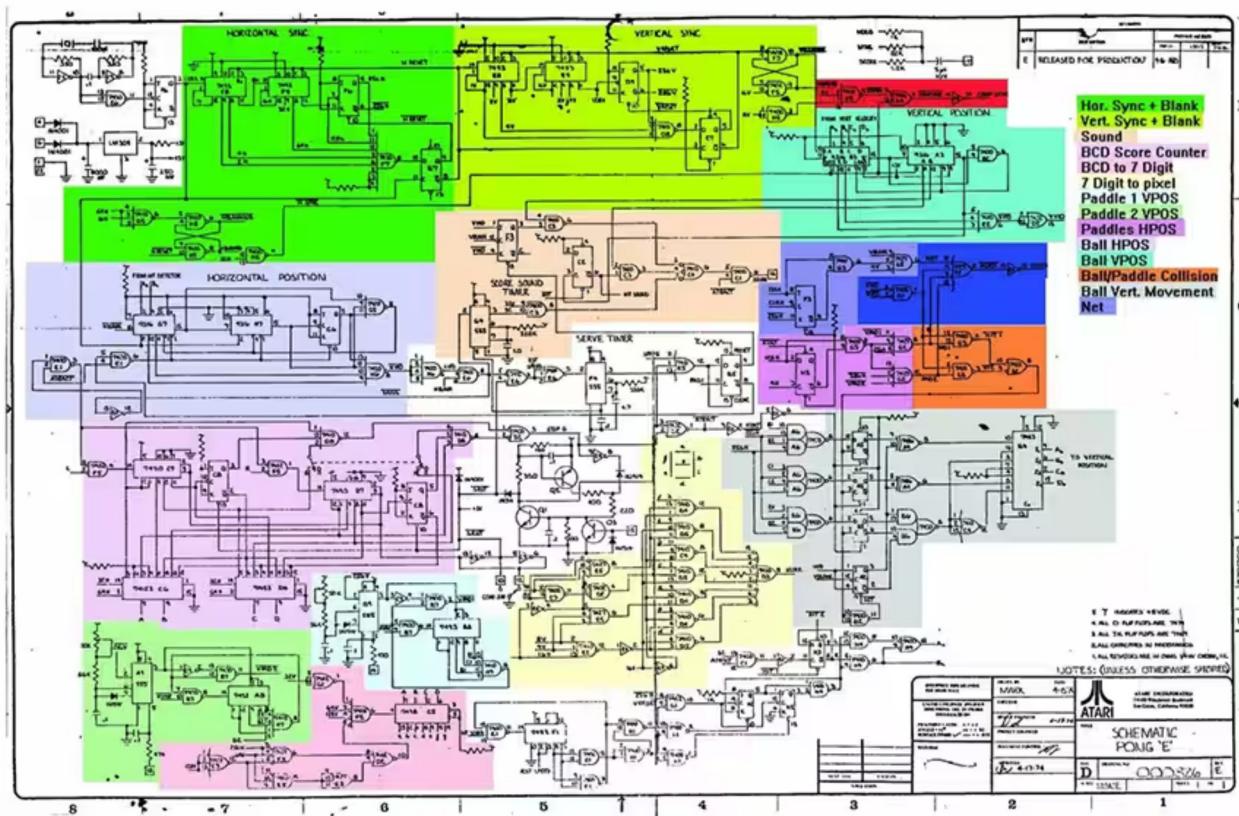
[Product Support](#) | [EEwiki](#) | [Design Tools and Resources](#)



Interesting Engineering News

如何為邏輯電路或閘極設計選擇 MOSFET

[Don Johanneck](#)



Interesting Engineering News

新世代可編程邏輯開發人員

[Randall Restle](#)

此作者的其他文章

**BANNER**

# How to Implement Predictive Maintenance and Reduce Downtime

WEBINAR:

Thursday, May 04, 2023  
10:00 AM CDT

[Register Now](#)



**Digi-Key**  
ELECTRONICS

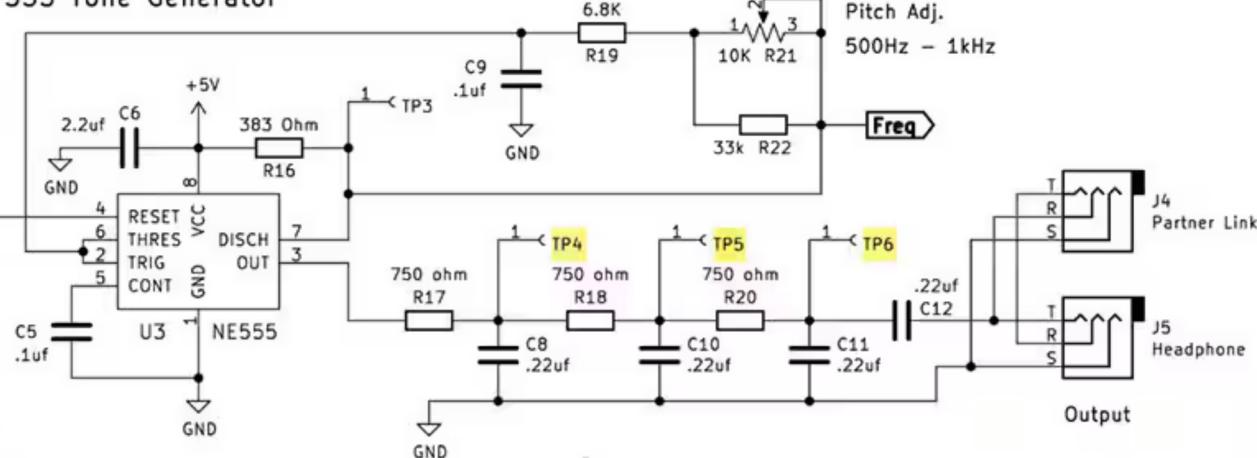
SNAP SIGNAL™

Interesting Engineering News

網路研討會 - 如何實作預測性維護並減少停機時間

[Don Johanneck](#)

555 Tone Generator



Interesting Engineering News

方波轉換到準正弦波

[Don Johanneck](#)

Related Videos



PRODUCT LINE MANAGER, HIGH PERFORMANCE PROCESSORS

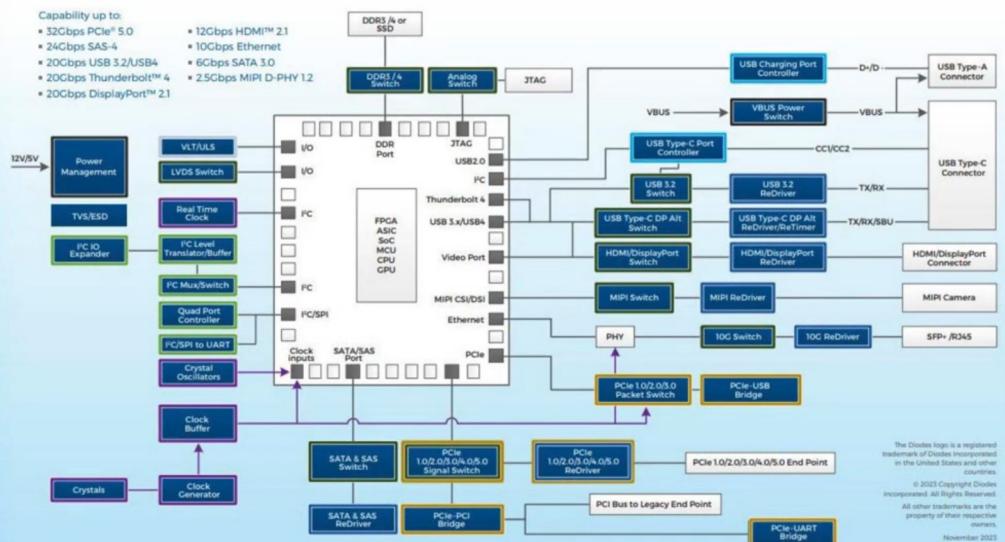
## MIKE PIENOVIC

[Texas Instruments 2024 embedded world interview](#)

發佈日期：2024-05-24



## EMBEDDED SYSTEM SOLUTIONS



The Diodes logo is a registered trademark of Diodes Incorporated in the United States and other countries.  
© 2023 Diodes Incorporated. All Rights Reserved.  
All other trademarks are the property of their respective owners.  
November 2023

FOR FULL PORTFOLIO VISIT:  
[diodes.com/applications/embedded-systems](http://diodes.com/applications/embedded-systems)

Power Management    Switches    Bidriver    USB Port Driver    Timing    ICM    PCI-SPI    Logic and VLT/VLS

[Introduction to Diodes Incorporated](#)

發佈日期：2023-12-15



POWER SPECIALIST AT ANALOG DEVICES

FREDERIK DOSTAHL



### [How to Build a Low Noise Power Supply](#)

發佈日期：2023-04-04

#### Related Product Highlight

[TPSM82903 同步降壓轉換器模組](#) Texas Instruments 的 TPSM82903 同步降壓轉換器模組支援包括 12V 電源軌、單節或多節鋰離子電池以及 5V 或 3.3V 電源軌的輸入。

[具有 Fly-Buck™ 功能的 LM5169 DC/DC 轉換器](#) Texas Instruments 的 LM5169 DC/DC 轉換器非常適合具有低雜訊、高電流、快速負載暫態要求的各種終端設備應用。

[LMK1D2106/8 雙組 6 通道／8 通道 LVDS 緩衝器](#) Texas Instruments 的 LMK1D2106/8 雙組 LVDS 緩衝器是專為需要高效能時脈分配的應用而設計。

#### Related Articles and Blogs

[使用小型溫濕度感測器有效收集重要的環境數據](#) 小型數位感測器有助於開發人員更輕鬆滿足新興應用對於準確溫濕度量測的要求。

[評估穿戴式應用的各種開發板與原型開發板](#) 對於成本與尺寸受限的設計，業餘愛好者、學生和專業工程師可以轉向使用以 Arduino 為基礎的開發板。

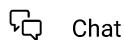
[展開 Raspberry Pi 專案前的十大須知](#) 使用者展開專案前若可採納一些專家經驗，將可迅速有效的發揮 Raspberry Pi 單板電腦的威力。

#### Related Product Training Modules

[Autosense Translators/Level Shifters](#) Nexperia's autosense translators are available in three families to meet any customer's need.

[Introduction to Level Translation](#) This tutorial will review the basic concepts and different types of level shifters and discuss where they are used in system applications.

[AXP Translators Overview](#) The series features very low dynamic power dissipation and are suitable for any application that requires level translation.



Chat



0080-185-4023



taiwan.support@digikey.com



共同瀏覽



台灣

| 版權所有 © 1995-2024, DigiKey.

| 保留所有權利。