

使用 SiC 功率設備的鐵路用變頻器之效率評估

使用功率分析儀 PW8001 和 AC/DC 高壓分壓器 VT1005，可以測量使用 SiC 功率半導體的變頻器效率。

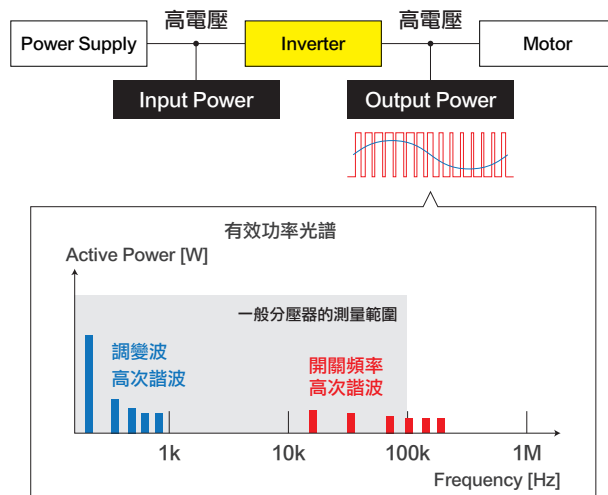
對象

支援高電壓輸入 / 輸出的高效率變頻器

課題

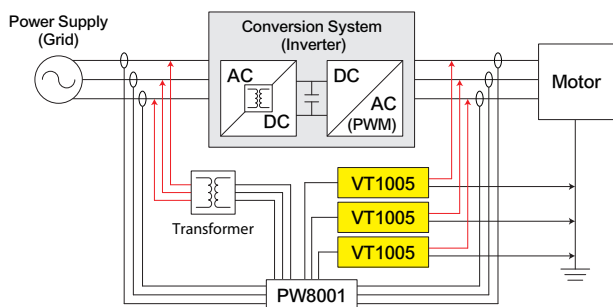
鐵路等輸送設備所使用的變頻器用於變換高電壓的功率。如要測量此效率，高電壓的測量為必要。

另外，SiC（碳化矽）作為替代以往 Si（矽）的下個世代重要素材，正受到大量關注。SiC 功率半導體用於變頻器的話，可以作為「高速開關控制」和「高效率功率變換」兩用。開發商和生產者需要精確以 0.1% 為單位的效率測量，以確認此類變頻器的效率改善效果。這種情況下，必須要測量包含輸出側功率的高頻率成分。

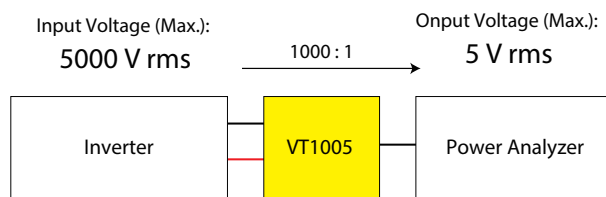


解決：高電壓的測量

使用 VT1005，可在功率分析儀上測量到最高 5000 V 的電壓。



（測量範例）鐵路用變頻器的效率測量



測量級別

- 5000 V rms (±7100 Vpeak) 無測量級別
- 2000 V rms CAT II
- 1500 V rms CAT III

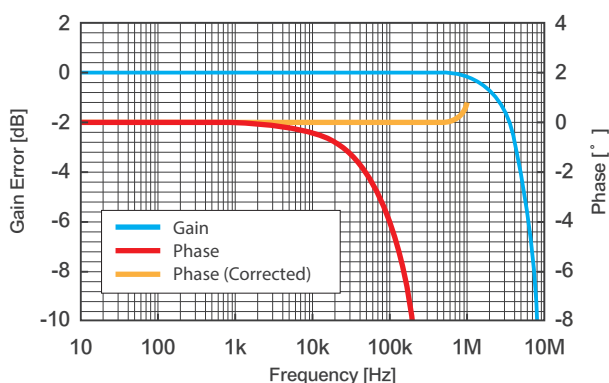
使用設備

功率分析儀一	PW8001	HIOKI 產品
AC/DC 高壓分壓器	VT1005	HIOKI 產品
AC/DC 電流感測器	CT6877A	HIOKI 產品

Application Note

解決：高頻率的測量

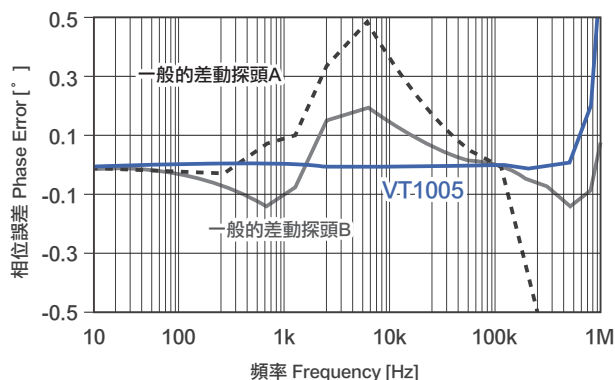
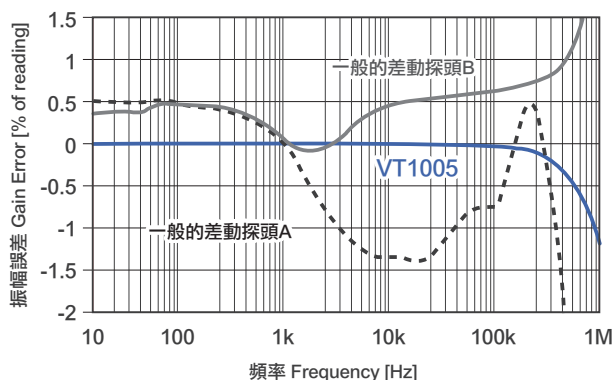
使用 VT1005 的話可測量 DC ~ 4 MHz 的帶寬。另外，由於測量帶寬中振幅特性和相位特性的平坦性相當優秀，可以實現高精度測量功率。



VT1005 頻率特性 (代表值)

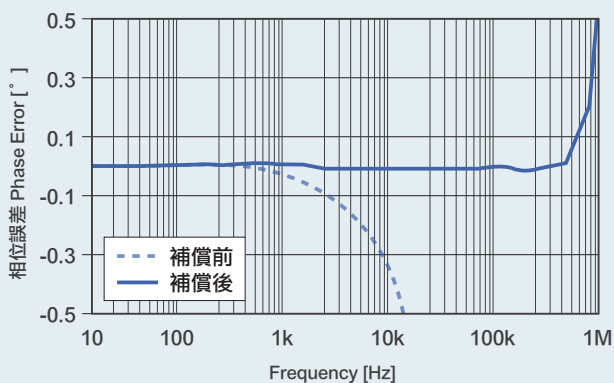
測量效率和損耗上相當重要的「振幅特性和相位特性的平坦性」

即使測量帶寬很廣，帶域內的振幅誤差或相位誤差較大時，無法準確測量高效率變頻器的效率和反應器的損耗。VT1005 的振幅誤差在 $\pm 0.1\%$ 以內 (DC ~ 200 kHz)、相位誤差在 $\pm 0.1^\circ$ 以內^(*) (DC ~ 500 kHz)。測量帶中振幅特性、相位特性的平坦性相當優秀，可以正確測量變頻器的效率。另外，電壓電流相位差 88° 的反應器損耗也能在誤差 $\pm 5\%$ 中測量。(*1: 根據功率分析儀實施相位補償後)

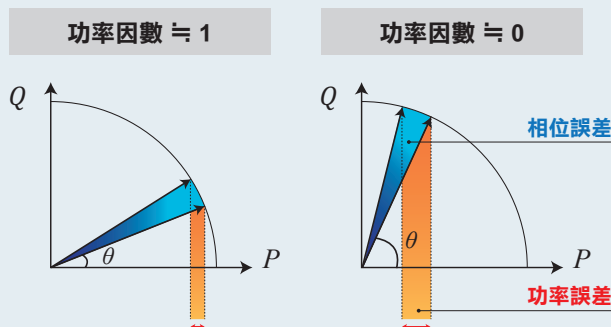


功率分析儀中的相位補償

VT1005 定義了相位補償值。將補償值輸入至 HIOKI 製的功率分析儀中，可以補償相位誤差。透過相位誤差的補償可以在高頻率的帶寬中準確測量電壓。



低功率因數中相位誤差對功率誤差的影響很大

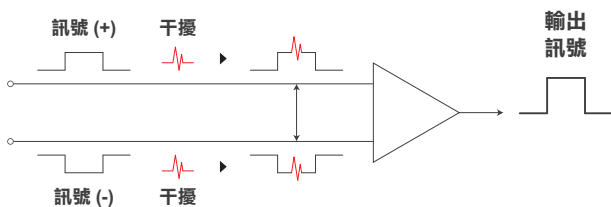


Application Note

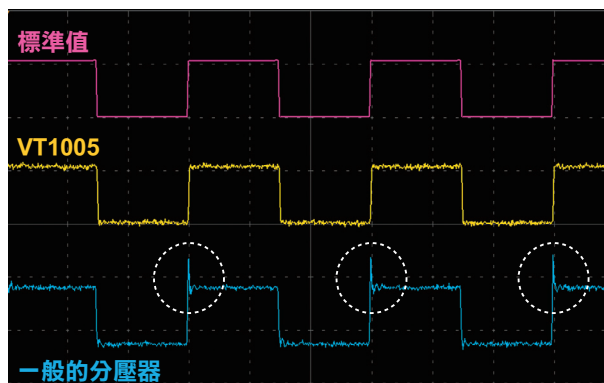
抗干擾性

VT1005 不易受共模或高頻率的干擾，即使在干擾環境下也能準確測量電壓。由於如變頻器的轉換器可為干擾源，在效率評估中的抗干擾性也十分重要。

差動輸入方式：輸出(+)訊號和(-)訊號的電位差
同相干擾消除



使用 SiC 功率半導體的變頻器
在 50 kHz 開關時的輸出電壓波形



誤觀測到不存在的電壓、測量誤差變大

測量變頻器的 2 次側

比較抗干擾性能

SiC 功率半導體對電壓的上升沿 / 下降沿能快速響應，輸出波形含有許多高頻率成分。其他公司的分壓器，有較容易受頻帶外高頻干擾影響的情形。如果使用這種分壓器，可能會因為觀測到實際上並未發生的振鈴而使得測量誤差變大，根據設備設置不同，也可能影響測量結果導致不穩定。