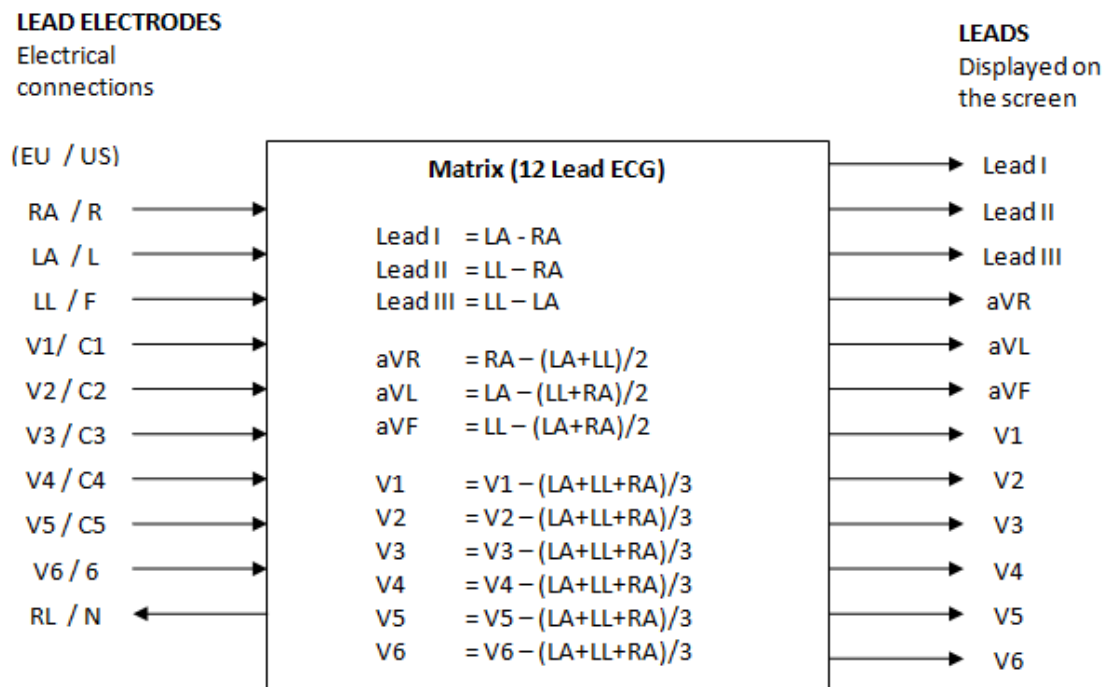


ECG Lead

從測試工程師的觀點來看，很容易將 LEADS 以及 LEAD ELECTRODES 混淆，因為對典型的電氣工程師來說，「導程(lead)」以及「電極(electrode)」基本上是相同的。但是除了術語之外，尚有更多令人不解之處。如何只用 10 個導線(lead)的電纜得到「12 導程心電圖(12 lead ECG)」？為什麼許多 IEC 標準的測試要求你從 RA (右臂電極)開始，而螢幕上的指示卻是相反？為什麼當你在 RA 施加特定電壓時，心電圖機的 V5 導程上卻只顯示出 1/3 的電壓？

我們將從以下這張示意圖(matrix diagram)開始說明:



LEAD ELECTRODES (導程電極)被定義為電子訊號連結之處，像是 RA (右臂電極)、LA 極(左臂電極)、LL (左腿電極)、以及 V1 (位於第四肋間隙並緊貼胸骨右緣的電極)等等。另一方面，LEADS (導程)指的則是醫生從顯示螢幕上所見的訊息或是列印出來的資料。

有幾個原因造成 LEADS 和 LEAD ELECTRODES 的不同。無論你何時測量電壓，你的測量結果實際上是兩個點之間的電壓差。一般的電子線路裡會有共地的設計，所以我們經常忽略或是假設這個第二參考點，但事實上它一直都存在。試試看只連接一個點來測量電壓，你無法得到任何結果。

心電圖並沒有一個普遍的參考點，相反地，內科醫生喜歡從不同的「觀點」來察看心臟的電活動，分別利用兩個一

組的參考點或是許多點的共同運作。一種可能是不斷去識別這些參考點，但這會使效率低落。作為替代，心電圖採用標籤來代表這些運作，像是「Lead I (導程 1)」或「Lead II (導程 2)」。

舉例來說，「Lead I」指的是 LA 和 RA 之間的電壓，或是用數學方式表達為 $LA - RA$ 。因此，如果一個測試工程師施加正 1mV 的脈衝在 RA 上並連接到 LA，就可以預期在 Lead I 看到一個顛倒的(負的)脈衝。

Leads II 和 III(導程 2 和 3)相似地代表 LL-RA 和 LL-LA。

波形 aVR (右上肢加壓單極肢體導程)、aVL (左上肢加壓單極肢體導程) 和 aVF (左下肢加壓單極肢體導程) 事實上分別是 RA、LA 和 LL 用其他兩者的平均做為第二參考點的電壓。

V1 ~ V6 是胸部電極 V1 ~ V6 以 RA、LA 和 LL 的平均值作為第二參考點所產生的波形。

這 12 個波形(Lead I、II、III、aVR、aVL、aVF、V1 ~ V6)構成「12 導程心電圖」的基礎。

不論你正在進行 IEC 60601-2-27 或 IEC 60601-2-51 的測試，你可以參考上述的圖表或是 IEC 60601-2-51 中呈現出 LEAD ELECTRODES 和 LEADS 之間關係的表格 110(Table 110)。

最後，你會問 RL (N) 是做什麼用的？典型的錯誤是假設 RL 為線路中的一個參考點或是基準點，但這是錯的。他反而是為了雜訊消除(*noise cancellation*)而存在，就像抗噪耳機一樣，且通常被稱為「右腿驅動(right leg drive)」。他會感應到在 RA/ LA/ LL 上的雜訊 (通常是交流干擾)、倒置並回饋到 RL。為了測試 IEC 60601-1，工程師應該特別注意右腿驅動中的阻抗，因為這傾向成為在單一故障情況中限制直流患者電流(dc patient currents)的主要原因。

練習題(測驗你的理解)

嘗試下列的練習題來檢測你對這些條件(matrix)的了解:如果在其他訊息輸入端都已接地的時候，餵一個 1mV 的正脈衝(例如 100 毫秒長)給 RA，你預期會在螢幕上哪個導程看到什麼結果?解答在這頁的尾端。

其他相關資訊(如有興趣)

在過去的歲月裡，上述的關係(matrix)被應用在類比電路裡、加上並減去多種輸入電壓。這意味著錯誤可能會非常顯著。然而隨著時間的推移，數位線路愈移愈靠近輸入端，類比訊號的精確性也提升了，這表示在現今的設備中很少會得到重大錯誤。最新穎最頂尖的設備擁有非常靠近輸入端的大範圍高解析度輸入類比數位轉換，允許所有訊號處理(過濾和電路計算)在軟體中進行。

這是件很有趣的事情，如果你注意到即使數學上有12Leads，事實上只有8個「原生」的波形。12個波形中有四個可以從其他8個得來，這也說明他們只是從不同角度觀察同一個資訊。舉例來說， $\text{Lead III} = \text{Lead II} - \text{Lead I}$ 。這是很合理的，因為只有九個電接連的點用來測量(記住，RL並非用來測量)，而未經分析波形的數量比測量點的數量少一個(也就是說，一個波形需要2個測量點，2個波形需要至少3個點，以此類推)。這就是為什麼系統可以使用8通道類比數位轉換器(8 channel ADC converters)，也是為什麼用到波形數據的IEC 60601-2-51測試(像是CAL and ANE waveforms)只用8個頻道的原始數據去創造完整的12 Lead ECG。

儘管這個標準通常指示以RA作為第一個導程電極來測試，但如果你想要從單一通道來源得到一個普通的波形，最好把輸出端放在LL (F)，這樣你就可以在Lead II得到正面的結果。大部分的系統默認Lead II顯示，並通常使用Lead II來偵測心率。如果你的測試系統可以選擇把輸出端接到多於一個導程電極，選擇LA和LL，這會讓你在Lead I和Lead II上得到正結果(儘管Lead III會顯示為0)。

練習題的結論(答案)

如果一個+1mV脈衝只被施加到RA，將會預期下表的顯示出現在螢幕上(或是列印出來)。如果你沒有得到這些結果或是不懂為什麼這些數值會出現，回到上文並研讀上述的條件關係。至於導程電極，用RA = 1及其他為0，看看會有什麼結果。

<i>Lead</i>	<i>Indication direction</i>	<i>Indication amplitude</i>
<i>I</i>	Negative	1.00mV
<i>II</i>	Negative	1.00mV
<i>III</i>	None	None
<i>aVR</i>	Positive	1.00mV
<i>aVL</i>	Negative	0.50mV
<i>aVF</i>	Negative	0.50mV
<i>V1 ~ V6</i>	Negative	0.33mV

(This application note is copied with permission from MEDTEQ)

Contact WhaleTeq
+886 (2) 2596 0701
service@whaleteq.com