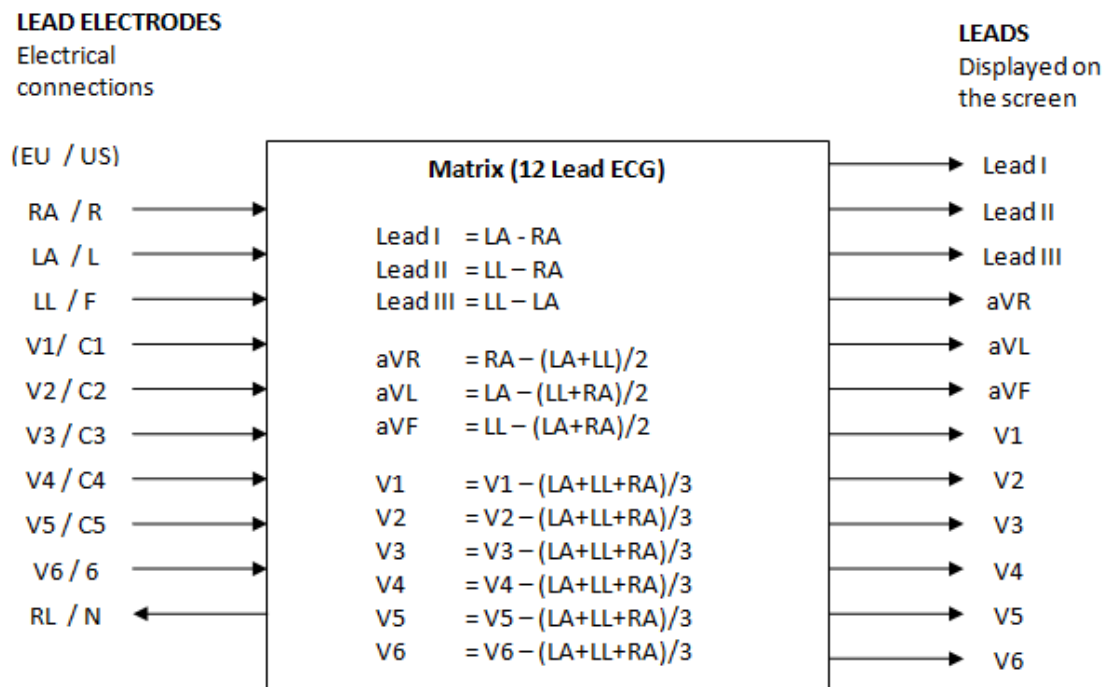


ECG Lead

从测试工程师的观点来看，很容易将 LEADS 以及 LEAD ELECTRODES 混淆，因为对典型的电气工程师来说，「导程(lead)」以及「电极(electrode)」基本上是相同的。但是除了术语之外，尚有更多令人不解之处。如何只用 10 个导线(lead)的电缆得到「12 导程心电图(12 lead ECG)」？为什么许多 IEC 标准的测试要求你从 RA (右臂电极)开始，而屏幕上的指示却是相反？为什么当你在 RA 施加特定电压时，心电图机的 V5 导程上却只显示出 1/3 的电压？

我们将从以下这张示意图(matrix diagram)开始说明:



LEAD ELECTRODES (导程电极)被定义为电子讯号链接之处，像是 RA (右臂电极)、LA 极(左臂电极)、LL (左腿电极)、以及 V1 (位于第四肋间隙并紧贴胸骨右缘的电极)等等。另一方面，LEADS (导程)指的则是医生从显示屏幕上所见的讯息或是打印出来的数据。

有几个原因造成 LEADS 和 LEAD ELECTRODES 的不同。无论你何时测量电压，你的测量结果实际上是两个点之间的电压差。一般的电子线路里会有共地的设计，所以我们经常忽略或是假设这个第二参考点，但事实上它一直都存在。试试看只连接一个点来测量电压，你无法得到任何结果。

心电图并没有一个普遍的参考点，相反地，内科医生喜欢从不同的「观点」来察看心脏的电活动，分别利用两个一

组的参考点或是许多点的共同运作。一种可能是不断去识别这些参考点，但这会使效率低落。作为替代，心电图采用标签来代表这些运作，像是「Lead I (导程 1)」或「Lead II (导程 2)」。

举例来说，「Lead I」指的是 LA 和 RA 之间的电压，或是用数学方式表达为 $LA - RA$ 。因此，如果一个测试工程师施加正 1mV 的脉冲在 RA 上并连接到 LA，就可以预期在 Lead I 看到一个颠倒的(负的)脉冲。

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

波形 aVR (右上肢加压单极肢体导程)、aVL (左上肢加压单极肢体导程) 和 aVF (左下肢加压单极肢体导程) 事实上分别是 RA、LA 和 LL 用其他两者的平均做为第二参考点的电压。

V1 ~ V6 是胸部电极 V1 ~ V6 以 RA、LA 和 LL 的平均值作为第二参考点所产生的波形。

这 12 个波形(Lead I、II、III、aVR、aVL、aVF、V1 ~ V6)构成「12 导程心电图」的基础。

不论你正在进行 IEC 60601-2-27 或 IEC 60601-2-51 的测试，你可以参考上述的图表或是 IEC 60601-2-51 中呈现出 LEAD ELECTRODES 和 LEADS 之间关系的表格 110(Table 110)。

最后，你会问 RL (N) 是做什么用的？典型的错误是假设 RL 为线路中的一个参考点或是基准点，但这是错的。他反而是为了 *噪声消除(noise cancellation)* 而存在，就像抗噪耳机一样，且通常被称为「右腿驱动(right leg drive)」。他会感应到在 RA/ LA/ LL 上的噪声 (通常是交流干扰)、倒置并回馈到 RL。为了测试 IEC 60601-1，工程师应该特别注意右腿驱动中的阻抗，因为这倾向成为在单一故障情况中限制直流患者电流(dc patient currents)的主要原因。

练习题(测验你的理解)

尝试下列的练习题来检测你对这些条件(matrix)的了解:如果在其他讯息输入端都已接地的时候，喂一个 1mV 的正脉冲(例如 100 毫秒长)给 RA，你预期会在屏幕上哪个导程看到什么结果？解答在这页的尾端。

其他相关信息(如有兴趣)

在过去的岁月里，上述的关系(matrix)被应用在模拟电路里、加上并减去多种输入电压。这意味着错误可能会非常显著。然而随着时间的推移，数字线路愈移愈靠近输入端，模拟讯号的精确性也提升了，这表示在现今的设备中很少会得到重大错误。最新颖最顶尖的设备拥有非常靠近输入端的大范围高分辨率输入模拟数字转换，允许所有讯号处理(过滤和电路计算)在软件中进行。

这是件很有趣的事情，如果你注意到即使数学上有12Leads，事实上只有8个「原生」的波形。12个波形中有四个可以从其他8个得来，这也说明他们只是从不同角度观察同一个信息。举例来说， $\text{Lead III} = \text{Lead II} - \text{Lead I}$ 。这是很有道理的，因为只有九个电接连的点用来测量(记住，RL并非用来测量)，而未经分析波形的数量比测量点的数量少一个(也就是说，一个波形需要2个测量点，2个波形需要至少3个点，以此类推)。这就是为什么系统可以使用8信道模拟数字转换器(8 channel ADC converters)，也是为什么用到波形数据的IEC 60601-2-51测试(像是CAL and ANE waveforms)只用8个频道的原始数据去创造完整的12 Lead ECG。

尽管这个标准通常指示以RA作为第一个导程电极来测试，但如果你想要从单一通道来源得到一个普通的波形，最好把输出端放在LL (F)，这样你就可以在Lead II得到正面的结果。大部分的系统默认Lead II显示，并通常使用Lead II来侦测心率。如果你的测试系统可以选择把输出端接到多于一个导程电极，选择LA和LL，这会让你在Lead I和Lead II上得到正结果(尽管Lead III会显示为0)。

练习题的结论(答案)

如果一个+1mV脉冲只被施加到RA，将会预期下表的显示出现在屏幕上(或是打印出来)。如果你没有得到这些结果或是不懂为什么这些数值会出现，回到上文并研读上述的条件关系。至于导程电极，用RA = 1及其他为0，看看会有什么结果。

<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