



ABRACON

Innovation For Tomorrow's Designs

第二代ClearClock™ 三次泛音晶体振荡器

超低RMS相位抖动的微型晶振产品

Conor Healey
Abracon产品工程师

2023年5月

目录

引言

第一代差分时钟解决方案

第二代差分时钟解决方案

权衡取舍

结论

引言

元器件的小型化可助力系统设计人员保持其产品的精简性和紧凑性，但与相同组件的较大版本相比，尺寸的缩小会对性能造成一定的影响。对于高速计算和操作，许多应用都需要其参考时钟具备极低的相位抖动性能。系统设计人员对相关性能的权衡取舍以及备选方案进行了评估，以寻求尺寸和RMS相位抖动性能的最佳组合。采用此类低抖动时钟的部分应用包括光模块、云计算、网络、数据存储、PCIe-5/6、100G/200G/400G/800G以太网和其他射频应用。

第一代差分时钟解决方案

2019年，Abracon推出了第一代三次泛音石英晶体振荡器AK2和AX3系列，作为超低相位抖动石英晶振ClearClock™系列的一部分。创建这些三次泛音解决方案是为了满足小封装尺寸的100至200MHz时钟解决方案的需求，尤其是PCI Express、光收发器、数据存储和网络设计。Abracon ClearClock™解决方案可在此频率范围内提供LVPECL、LVDS和HCSL输出。



第二代差分时钟解决方案

随着新型振荡器IC技术的不断发展，Abracon推出了新一代ClearClock™振荡器：AK2A和AK3A系列。AK2A和AK3A系列分别与第一代AK2 (2.5 x 2.0 mm)和AX3 (3.2 x 2.5 mm)尺寸相匹配，可在无需增大其封装尺寸的情况下提升RMS相位抖动性能。例如，在156.25MHz的载波频率下，输出逻辑为HCSL时，AK3A的RMS相位抖动典型值为72fs，而AX3的RMS相位抖动典型值113fs，抖动性能有明显改善。



我们来进一步研究下该案例，AK3A的尺寸为3.2 x 2.5 mm，在12kHz-20MHz的偏移带宽（以载波频率为参考）上RMS抖动典型值为72fs，最大值为100fs。RMS相位抖动是一个时域参数，源自于相位噪声（频域）的测量结果。图1和图2给出了对应产品型号为AK3A和AX3（AK3AHAQ1-156.25MHZ和AX3HAQ1-156.25MHZ）的相位噪声图。两款产品均在3.3V电压下运行，输出频率为156.25MHz，HCSL差分输出。请注意，从100kHz频偏开始，AK3A具有比AX3更低的相位本底噪声，在20MHz频偏时本底噪声仅-161dBc/Hz。

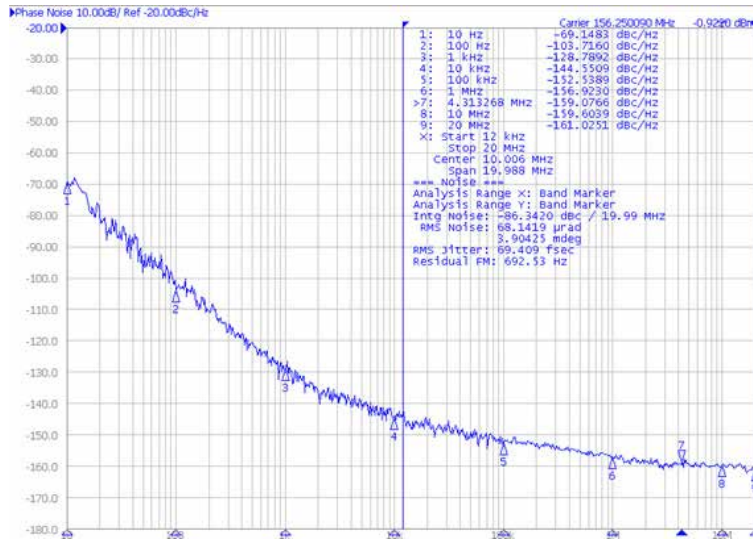


图1: AK3A相位噪声图 (HCSL、3.3V)



图2: AX3相位噪声图 (HCSL、3.3V)

AK3A与AX3的RMS相位抖动 (HCSL、3.3V、156.25MHz、典型值)	
AK3A (第二代)	AX3 (第一代)
69.4fs	111.9fs

表1: AK3A与AX3的RMS相位抖动

在图3中，相位噪声的差异更为明显，它将两张相位噪声图放在了同一幅图中。AK3A的相位噪声图显示了其在RMS相位抖动性能方面(12kHz - 20MHz)的改进。当终端应用设计需要RMS相位抖动小于100fs的参考时钟时，AK3A是其理想解决方案。

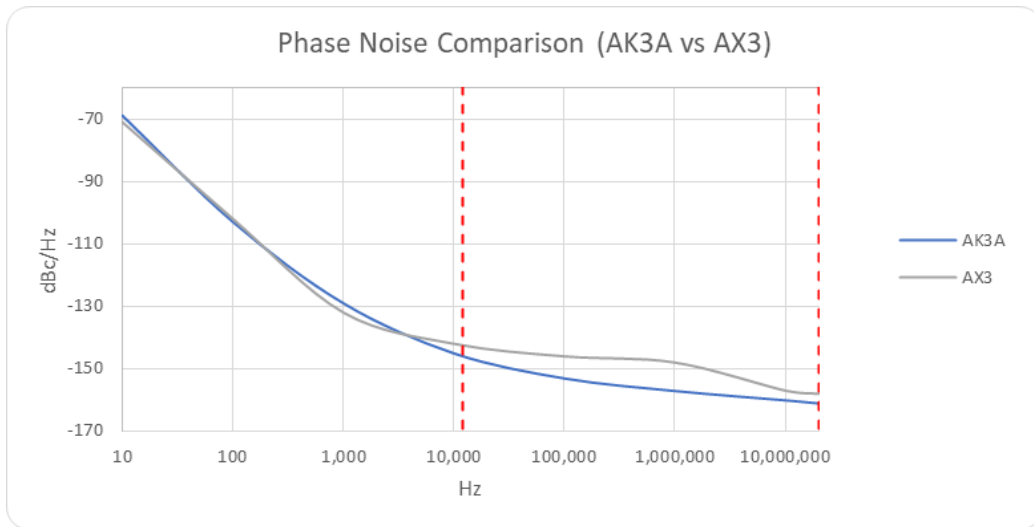


图3: AK3A与AX3的相位噪声比较

Abracon的ClearClock™振荡器系列可提供多种类型的输出逻辑，包括HCSL、LVDS和LVPECL。上述AK3A示例描述了HCSL的输出性能。

类似地，与第一代同类产品AK2相比，AK2A系列实现了显著的RMS抖动性能提升。图4和图5给出了AK2A和AK2系列在100MHz时的差异（LVDS输出）。

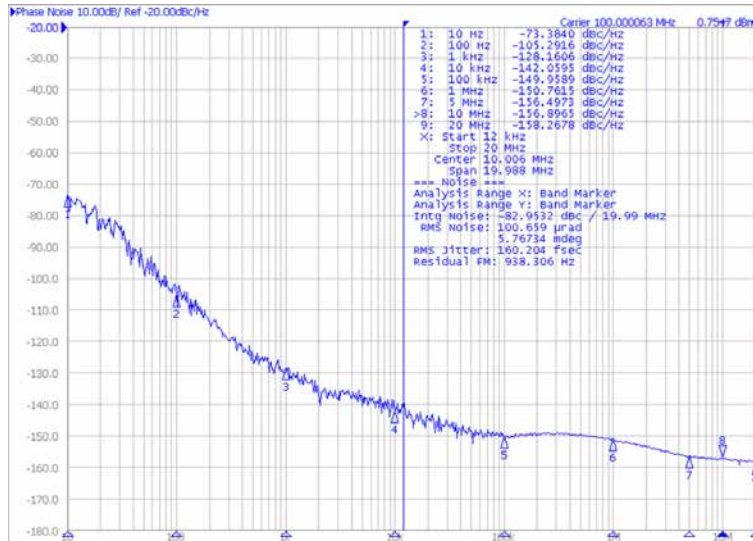


图4: AK2A相位噪声图 (LVDS、3.3V)

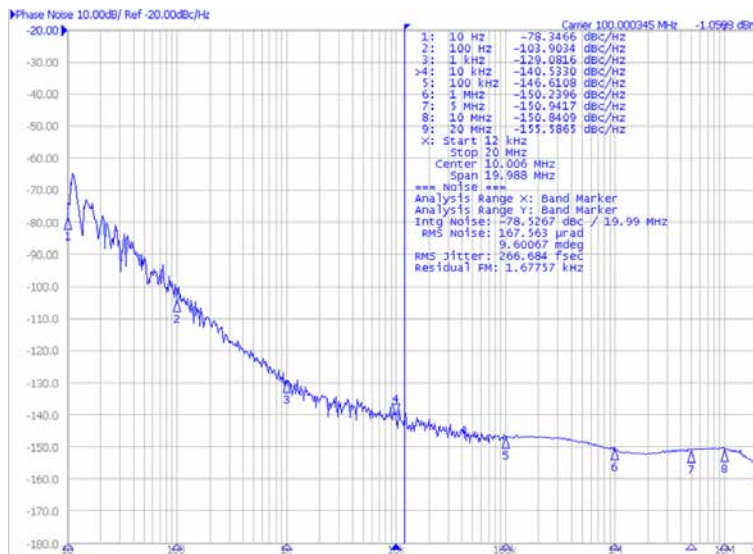


图5: AK2相位噪声图 (LVDS、3.3V)

AK2A与AK2的RMS相位抖动 (LVDS、3.3V、100.000MHz、典型值)	
AK2A (第二代)	AK2 (第一代)
160.2fs	266.7fs

表2: AK2A与AK2的RMS相位抖动

与AK3A类似，在从载波频率偏移12kHz至20MHz的范围内观察测量差异时，相位噪声性能的改进更为明显，如图6所示。

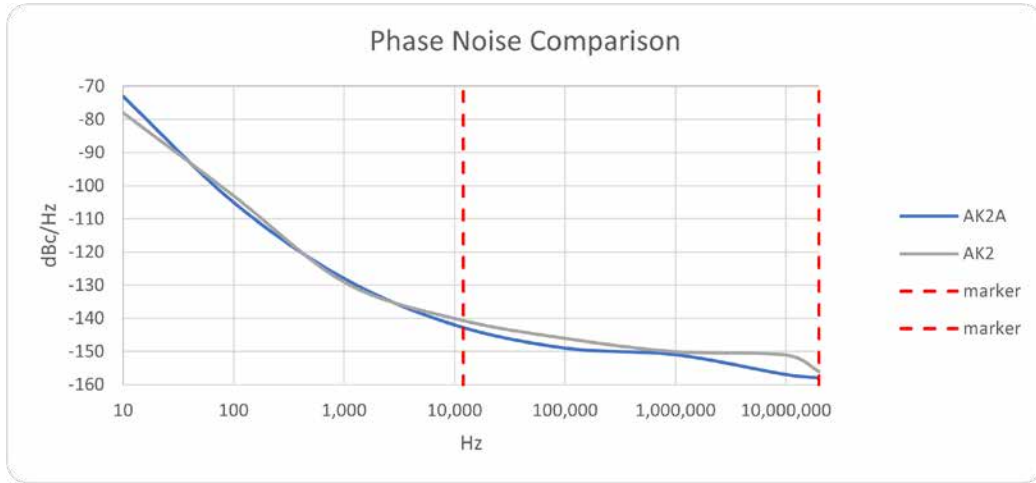


图6: AK2A与AK2的相位噪声比较

表3和表4概述了上述所有部件的具体RMS相位抖动性能。需要注意的是，相位噪声性能会因载波频率、电源电压、封装尺寸和输出逻辑而有所不同。随着ClearClock™系列从第一代演进发展到第二代，表3和表4中的百分比改进清晰地描述了RMS抖动性能的显著改善。

AK3A与AX3 – RMS抖动比较			
	AK3A (第二代)	AX3 (第一代)	降低%
HCSL、156.250MHz	69fs	112fs	-38%
LVDS、100MHz	160fs	268fs	-40%
LVDS、156.25MHz	81fs	119fs	-32%

表3: AK3A与AX3的RMS相位抖动 (Vdd = 3.3V、典型值)

AK2A与AK2 – RMS抖动比较			
	AK2A (第二代)	AK2 (第一代)	降低%
HCSL、100MHz	152fs	181fs	-16%
LVDS、100MHz	160fs	267fs	-40%
LVDS、156.25MHz	83fs	122fs	-32%

表4: AK2A与AK2的RMS相位抖动 (Vdd = 3.3V、典型值)

权衡取舍

AK2A和AK3A采用新一代振荡器ASIC，以少量的功耗损失确保实现超低的RMS抖动性能。随着最大电流消耗从50mA（第一代）增加至60mA（第二代），第二代ClearClock™振荡器是实现超低RMS抖动，同时又保持低功耗的首选器件。

结论

系统设计人员需要借助先进的解决方案，对尺寸、功耗和抖动性能之间的完美平衡进行优化。Abracon的ClearClock™振荡器系列可同时提供小尺寸、低功耗和超低RMS抖动性能的绝佳组合。第一代[AK2和AX3]和第二代[AK2A和AK3A]产品均可提供优异的RMS抖动性能；第二代产品还可确保在156.25MHz及以上的载波上实现最大100fs的RMS抖动性能。