iXblue Mach-Zehnder 调制器偏压控制介绍

此应用指南是为使用强度调制器的用户，介绍如何对于他们的调制器选择合适的 RF 和偏置电压。

简介：

基于铌酸锂($LiNbO_3$) Mach-Zehnder 波导的光学调制器提供多种特性：

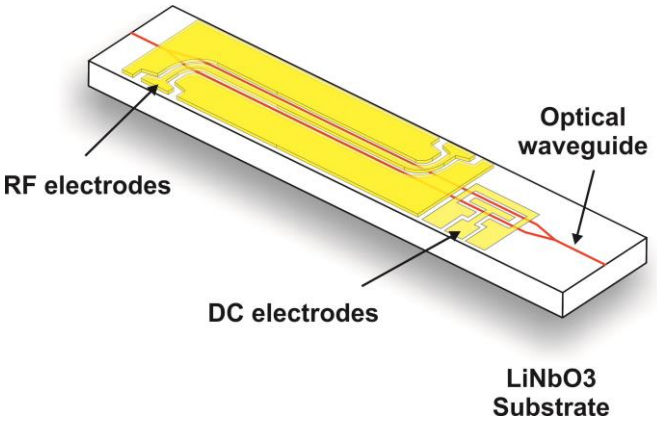
- 高调制速度(几十个 GHz)
- 紧凑型
- 长时间稳定性
- 苛刻的使用环境

近 20 年来铌酸锂调制器被广泛的使用在通讯行业（几十万铌酸锂强度调制器已经被安装到全世界的光通讯网络中）。他们也常被使用在其他光子学应用中，例如：

- 光纤传感
- 光纤激光器
- 测量系统
- RoF….

原理 – 传输函数：

铌酸锂强度调制器是基于Mach-Zehnder干涉仪，输入光被分成两路，然后重新汇合到输出端。由于两个光路经过的光程不同，产生相位差，从而导致输出端的光强变化。



$LiNb0_3$ 铌酸锂强度调制器芯片

iXblue S.A.S.
Photonic Solutions Business Unit
3, rue Sophie Germain, TEMIS
25000 Besançon, France

T. : +33 3 81 85 31 80
F. : +33 3 81 85 15 57
www.photonics.ixblue.com

Société par Actions Simplifiée au capital de 11 366 319 €
R.C.S. Versailles 433 185 121 - SIRET 433 185 121 00137
Code APE 2651B - N° TVA Intra. FR 09 433 185 121

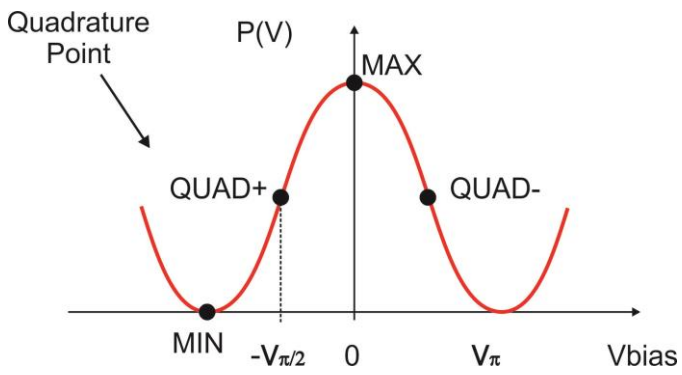
铌酸锂的晶体光学折射率被外部电场调制，外部电场通过电压施加在晶体的电极上，他们通常有两个电极，调制电极（也称RF电极）和DC直流电极（也称偏压电极）。

强度调制器的传输函数随施加的电压变化如下：

$$I_{out}(t) = T_{mod}\frac{I_{in}}{2}\left[1 + cos\left(\frac{\pi}{V_\pi}V(t) - \phi\right)\right]$$

注：

- I_{out} : 输出强度
- I_{in}: 输入强度
- T_{mod} : 器件的光学透过率
- Vπ : 调制器的半波电压
- ϕ : 相位



铌酸锂强度调制器的传输函数

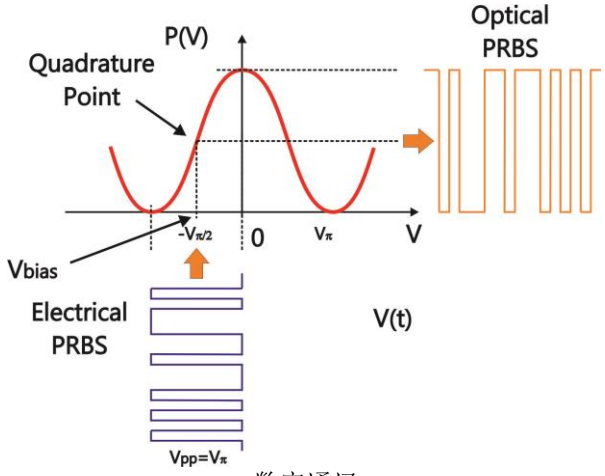
理论和实际：

当我们设计强度调制器的时候，尽量需要两条相等的光路，这样他们的相位差近乎零。然而，由于材料的均匀性，制造工艺等原因，两条光路总会略有不同，所以相位ϕ 用来标注这个不同。

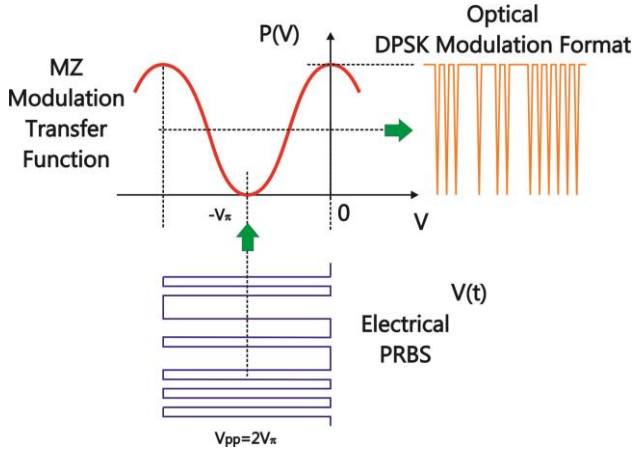
为了使调制器正常工作并得到想要的光调制信号，我们必须在调制器上施加正确的电压：一个调制电压（也称为RF射频电压），一个直流DC电压（也称为偏置电压）。

工作点：

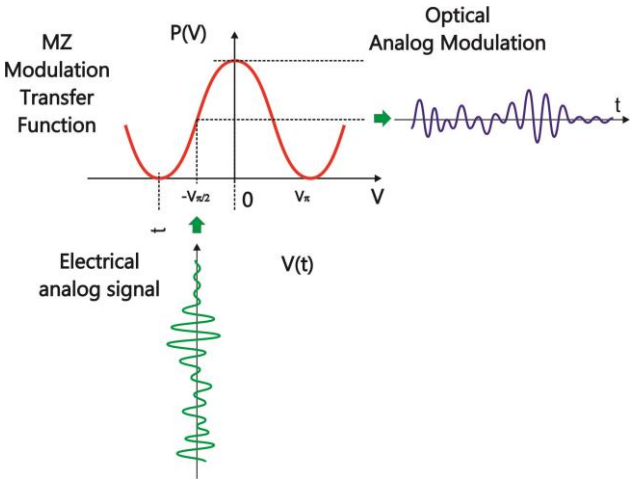
调制器的工作点是指应该在传输曲线上哪个位置施加调制信号，它要根据应用来选择，请参考如下：



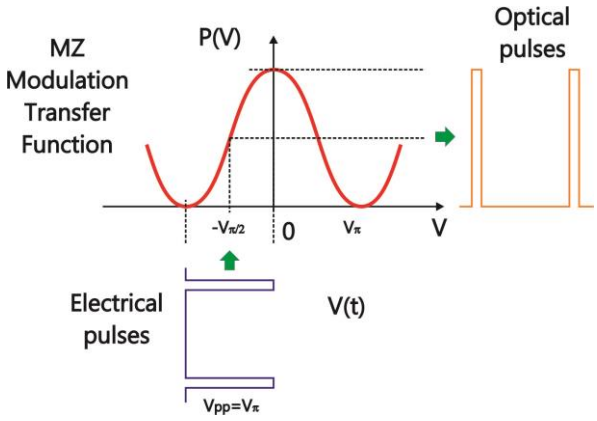
数字通讯,
*NRZ 调制模式**QUAD***



数字通讯,
*DPSK 调制模式t **MIN***



*模拟调制 **QUAD***



*脉冲产生 **MIN***

为什么需要偏置电压?

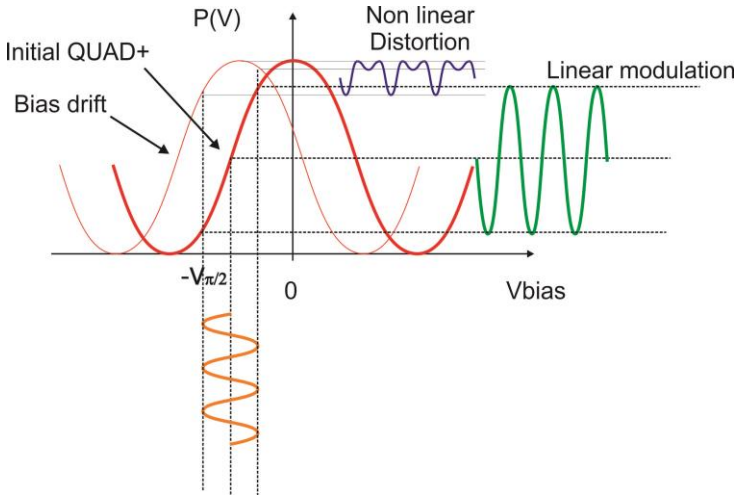
如上所述，Mach-Zehder干涉仪的两条光路不是完全的一样。另外，它的漂移还被温度和热量的变化，使用时间，光强效果，静电等影响，这将导致传输曲线在水平方向移动。当电调制信号施加在移动的工作点上，输出的光调制信号将完全被改变。

偏置电压施加在DC直流电极上是为了：

- 选择想要的工作点
- 补偿可能的调制器漂移并锁定工作点以得到稳定的输出光信号

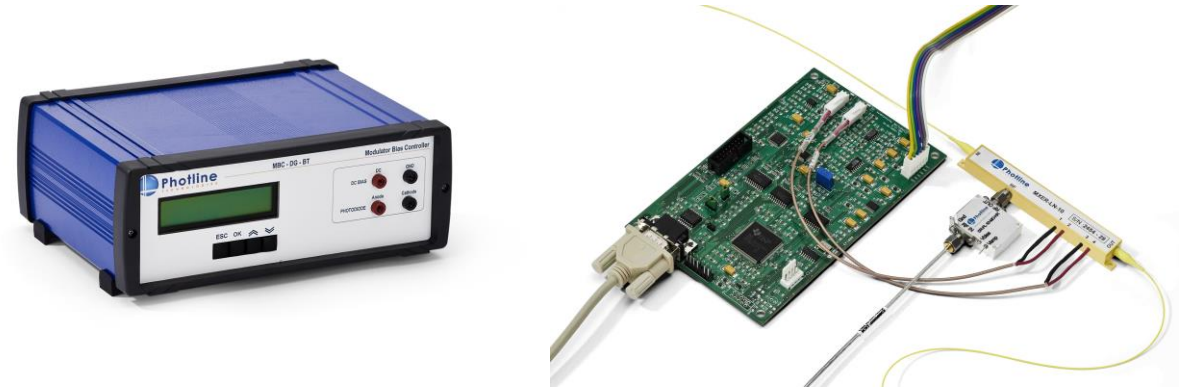
偏置电压能够手动调节到希望的工作点上，当调制器由于其他原因而发生漂移时，偏置电压将必须再次被调节到新的工作点，所以手动调节也许可以在实验室这种稳定的环境条件下工作。

然而对于长时间的工作要求，特别是系统温度会发生变化时，自动偏置电压控制就变得特别重要，以保证施加正确的直流电压，锁定工作点使系统长时间的稳定工作。



调制器传输曲线的漂移以致工作点发生变化，如果偏置电压不被重新调节，输出光调制函数发生剧烈变化，不仅仅是振幅，频率也发生变化。

iXBlue 提供调制器偏置电压控制MBC 解决方案(Modulator Bias controller)：台式机和工业用电路板，他们能锁定工作点及时内在和外在条件发生变化。



Left : MBC-DG-BT bench top bias controller
Right : MBC-DG-board OEM bias control board

调制信号:

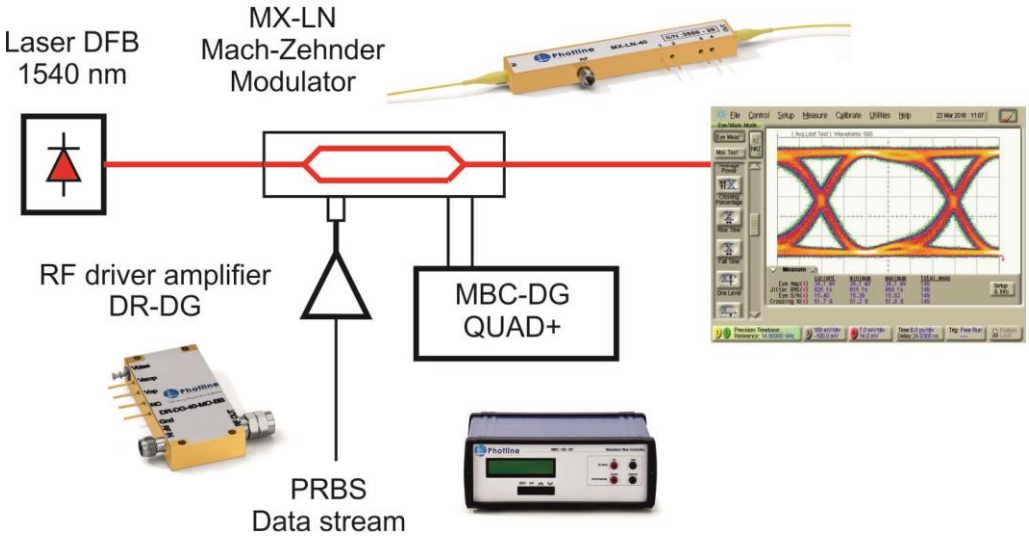
一旦工作点选择后，并且施加合适的偏置电压，我们就能够施加调制RF信号到调制器的电极上。

这里再一次，调制信号的峰间振幅必须根据应用而选择。例如：

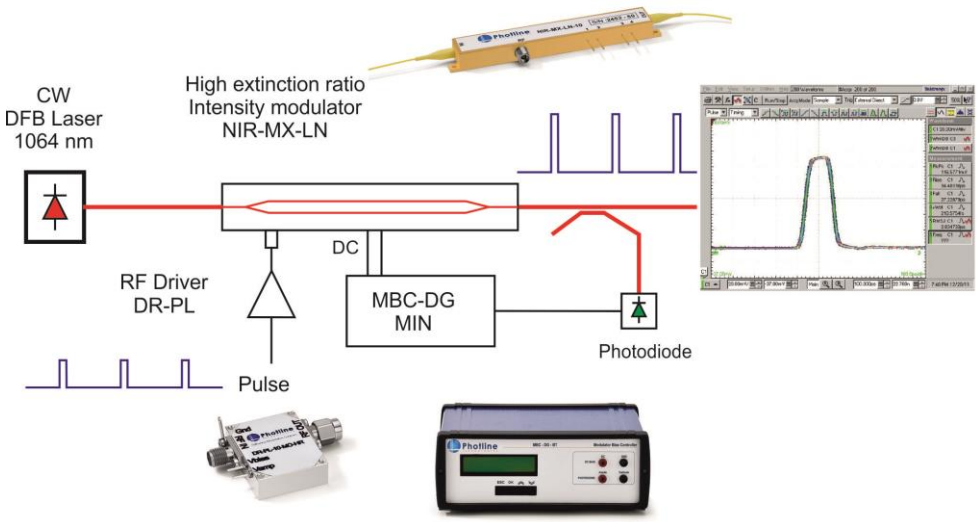
数字通讯, NRZ 调制模式	Vπ
数字通讯, DPSK 调制模式	2 x Vπ
模拟调制	< Vπ
脉冲产生	Vπ

通常对于强度调制器Vπ是5V，他通常高于商用RF信号发生器的峰间电压。所以输入RF信号通常需要放大已达到应用所需要的驱动电压，这样的设备我们称之为调制器驱动去或放大器。

iXBlue 提供大量的调制器驱动器的选择，覆盖常见的应用：模拟，数字，脉冲，单倍或双倍Vπ 调制, 10 GHz/ 10 Gb/s 到 40 GHz/ 40 Gb/s



常见数字 NRZ 调制系统



常见脉冲调制系统

iXblue S.A.S.
Photonic Solutions Business Unit
3, rue Sophie Germain, TEMIS
25000 Besançon, France

T. : +33 3 81 85 31 80
F. : +33 3 81 85 15 57
www.photonics.ixblue.com

Société par Actions Simplifiée au capital de 11 366 319 €
R.C.S. Versailles 433 185 121 - SIRET 433 185 121 00137
Code APE 2651B - N° TVA Intra. FR 09 433 185 121