7. Побудувати амплітудний електрооптичний модулятор світла на частоті інформаційного сигналу в кристалі $LiNbO_3$. Електричне поле прикладене вздовж оптичної осі.

Загальна схема такого модулятора зображена на рис. 1, де за рахунок аналізатора на детекторі інтерферують дві власні хвилі, що збуджуються в анізотропному кристалі $LiNbO_3$, на який діє поздовжнє електричне поле:

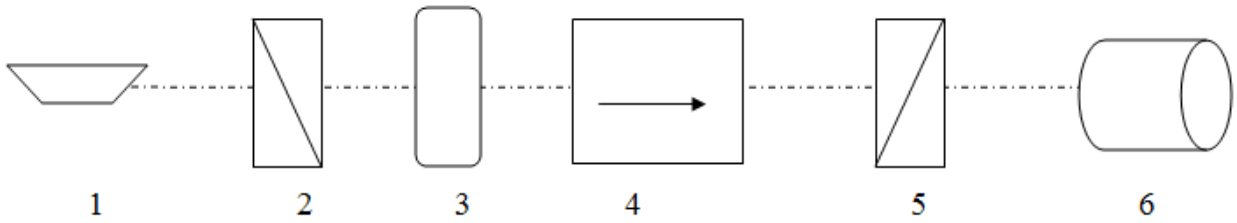
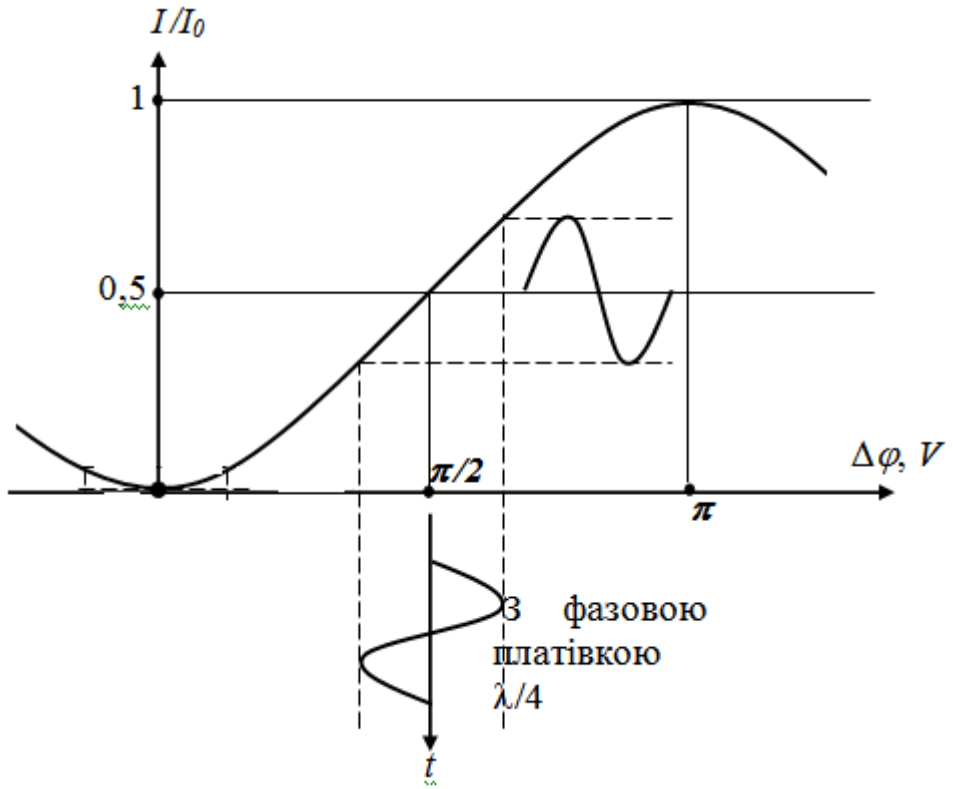


Рис. 1 схема амплітудного електрооптичного модулятора: 1- напівпровідниковий лазер, 2 – поляризатор, 3 – фазова платівка $\lambda/4$, 4 – кристал $LiNbO_3$ до якого прикладено електричне поле вздовж оптичної осі, 5 – аналізатор, 6 – фотодетектор.

Працює дана схема наступним чином: спочатку світло з лазера проходячи поляризатор 1 стає лінійно поляризованим, далі ставлять фазову платівку 3, яка забезпечує зсув фаз на $\pi/2$ і зсуває робочу точку, далі світло проходить електрооптичний кристал 4 який створює ефект двопроменезаломлення під дією повздовжнього зовнішнього електричного поля, а далі власні хвилі, що утворились в кристалі за рахунок наведеної анізотропії, за рахунок аналізатора інерферують. Сигнал на детекторі: $I = I_0 \sin^2 \frac{\Delta\varphi}{2}$ - описується законом Малюса де $\Delta\varphi = \Delta\varphi_0 + \Delta\varphi_e$ - зсув фаз, який є сумою зсувів фаз власне кристала та електрооптичного ефекту. Оскільки світло розповсюджується вздовж оптичної осі то перший додаток є нульовим (вздовж оптичної осі двозаломлення відсутнє), але ми примусово його робимо не нульовим поставивши перед електрооптичним кристалом фазову платівку. Сигнал на детекторі можна розписати по гармонікам: $I = \frac{I_0}{2} + I_\perp - \frac{I_0}{2}\{\cos\Delta\varphi_0 J_0(\Delta\varphi_m) + 2\sin\Delta\varphi_0 J_1(\Delta\varphi_m)\sin\omega_m t + 2\cos\Delta\varphi_0 J_2(\Delta\varphi_m)\cos 2\omega_m t + 2\sin\Delta\varphi_0 J_3(\Delta\varphi_m)\sin 3\omega_m t + 2\cos\Delta\varphi_0 J_4(\Delta\varphi_m)\cos 4\omega_m t + \cdots\}$, де I_0 - повний світловий потік при паралельних поляроїдах або при $\Delta\varphi = \pi$ з ортогональними поляроїдами. Фазовий зсув $\Delta\varphi e$ у випадку змінного керуючого поля має вигляд : $\Delta\varphi_{EO} = \Delta\varphi_m \sin\Omega_m t$, J - функція Бесселя. Поклавши - $\Delta\varphi_0 = \frac{\pi}{2} = \frac{\lambda}{4}$ - зникають всі парні гармоніки. Тобто відбувається модуляція на основній (інформаційній) частоті: $I = \frac{I_0}{2} + I_\perp - I_0\{J_1(\Delta\varphi_m)\sin\omega_m t + J_3(\Delta\varphi_m)\sin 3\omega_m t + \cdots\}$

Графічно це можна показати так:



Як видно на графіку робоча точка знаходиться на лінійній ділянці і модуляція відбувається на основній частоті.