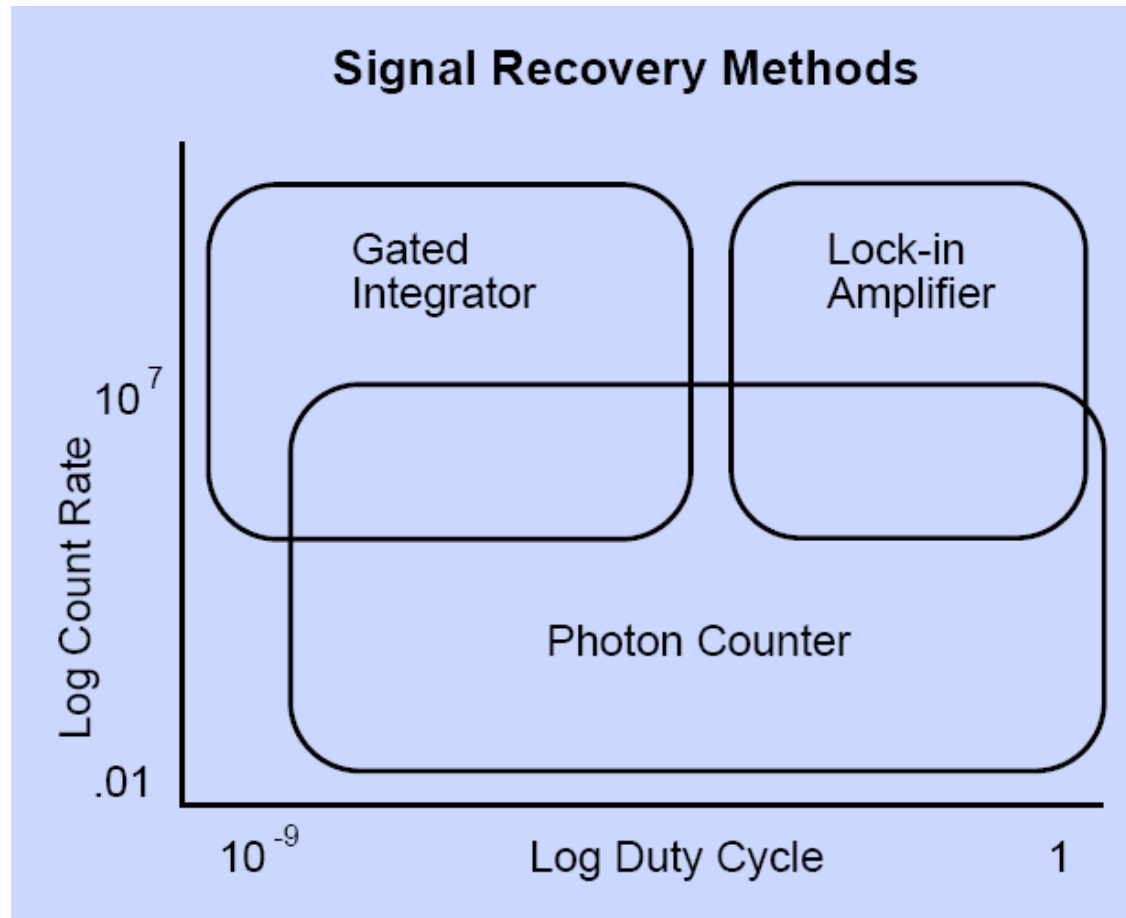
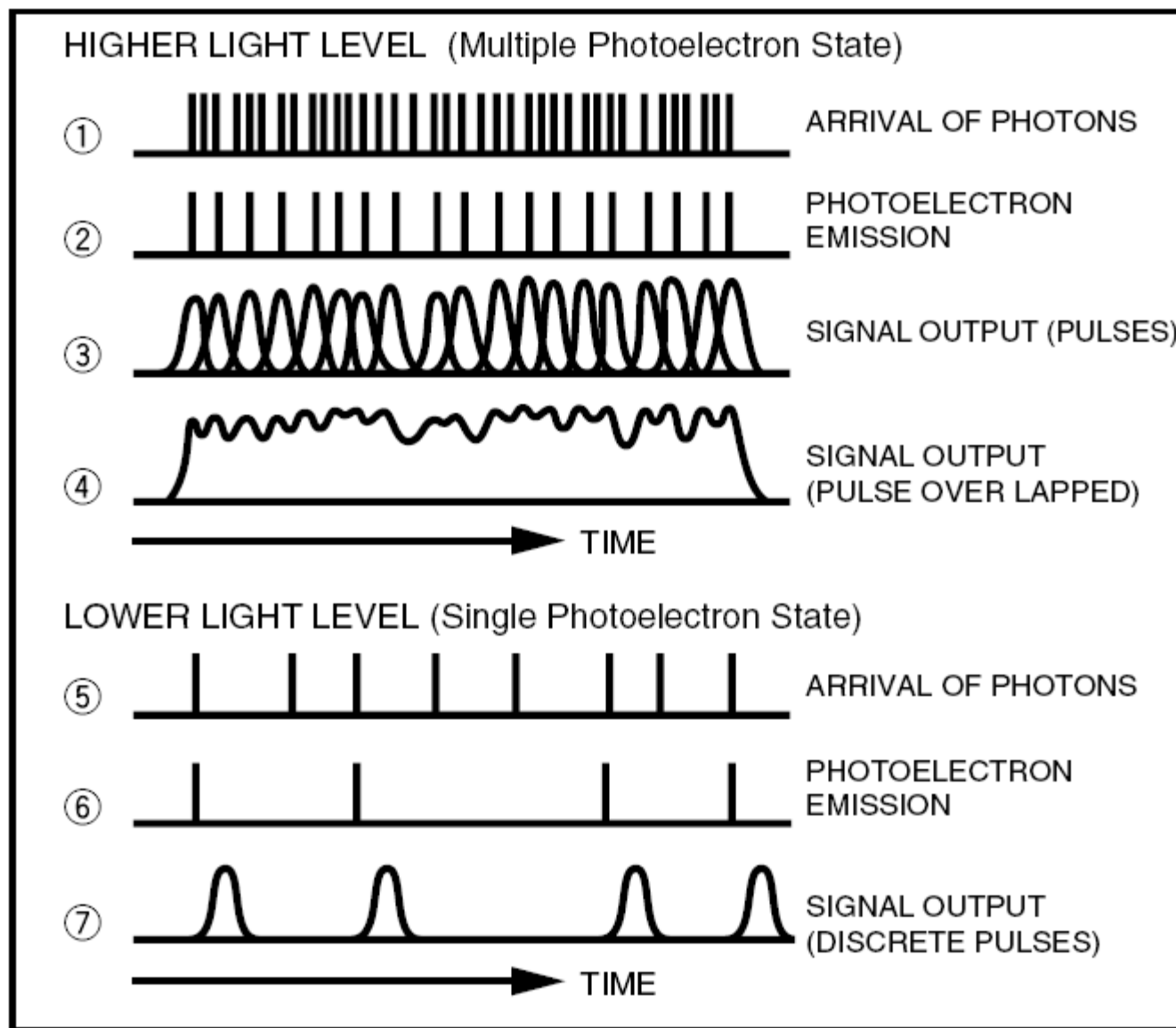


Лекция 5-6. Обработка оптических сигналов

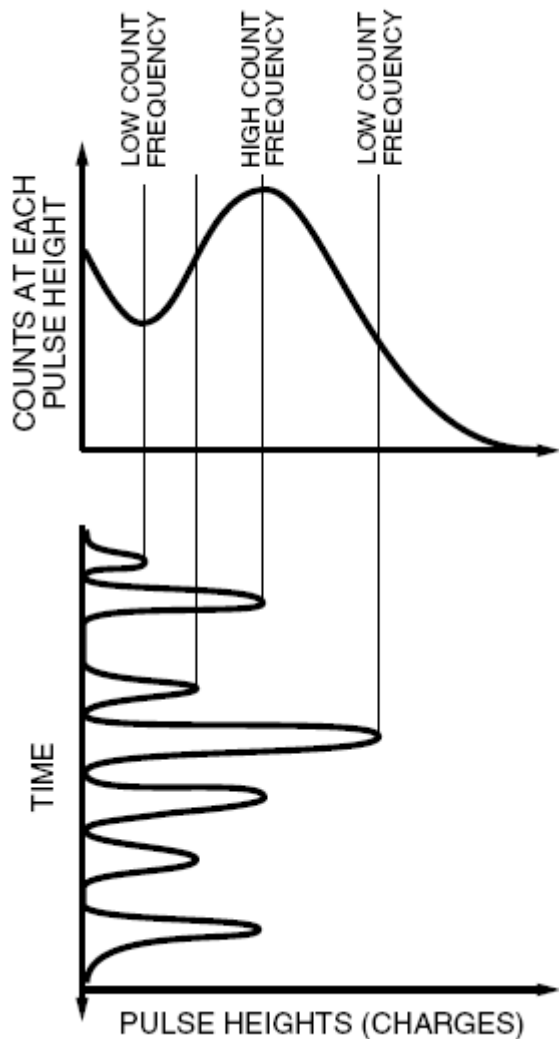
Регистрация сигнала с ФЭУ: счет фотонов, синхронное детектирование, стробируемая система?



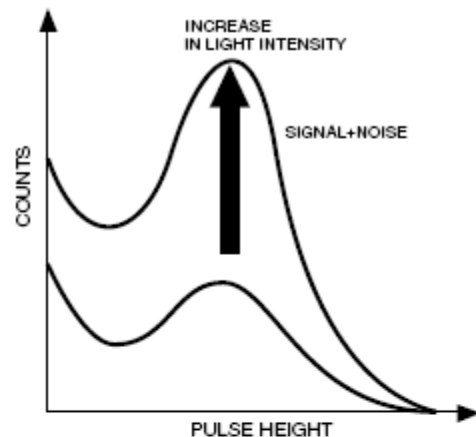
Счет фотонов



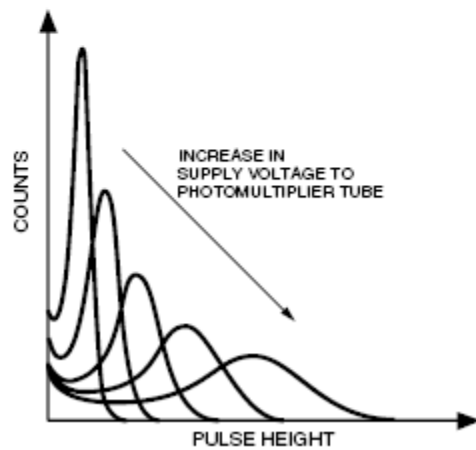
Счет фотонов: гистограмма распределения импульсов



TPMOC0049EB



(a) When the incident light level is increased

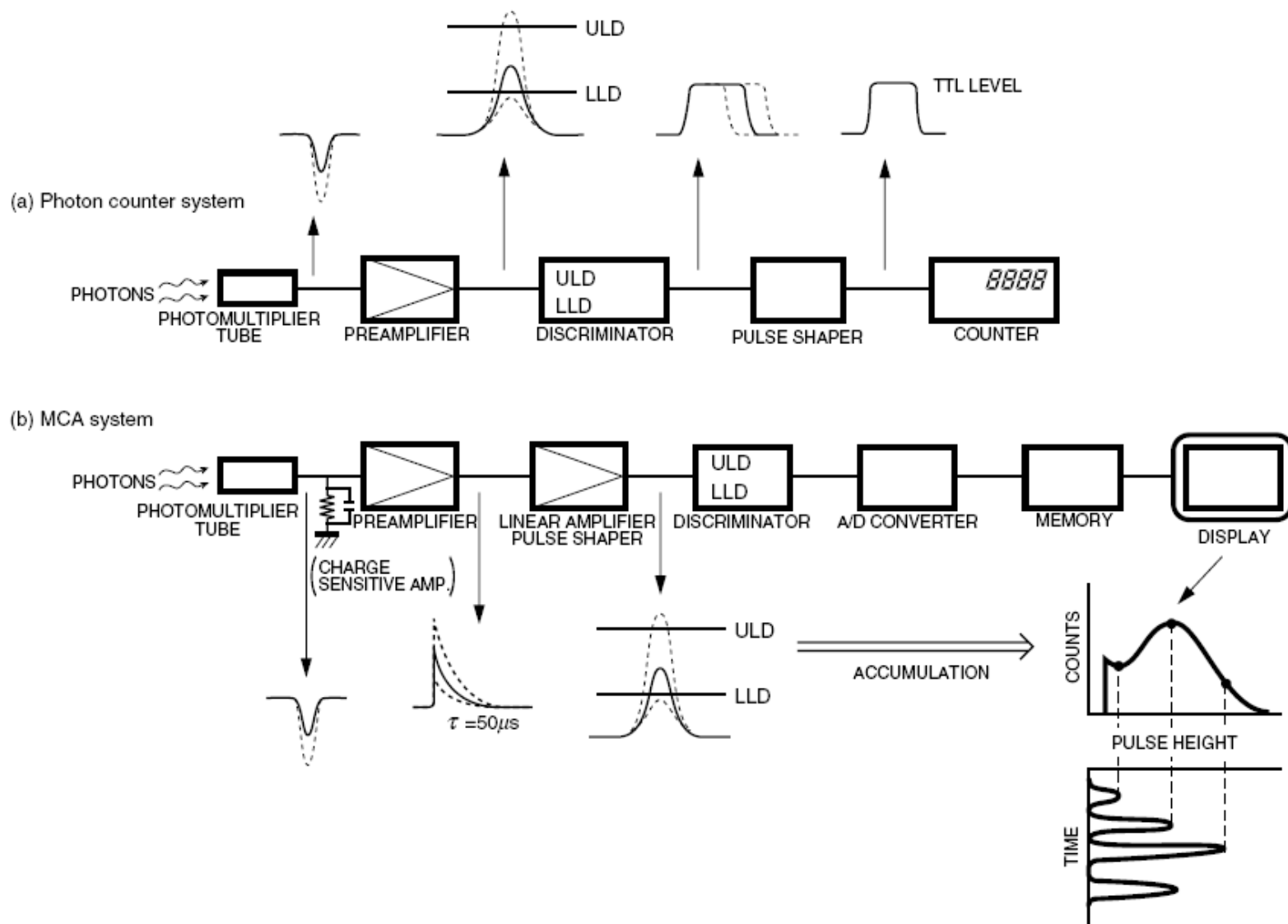


(b) When the supply voltage is changed

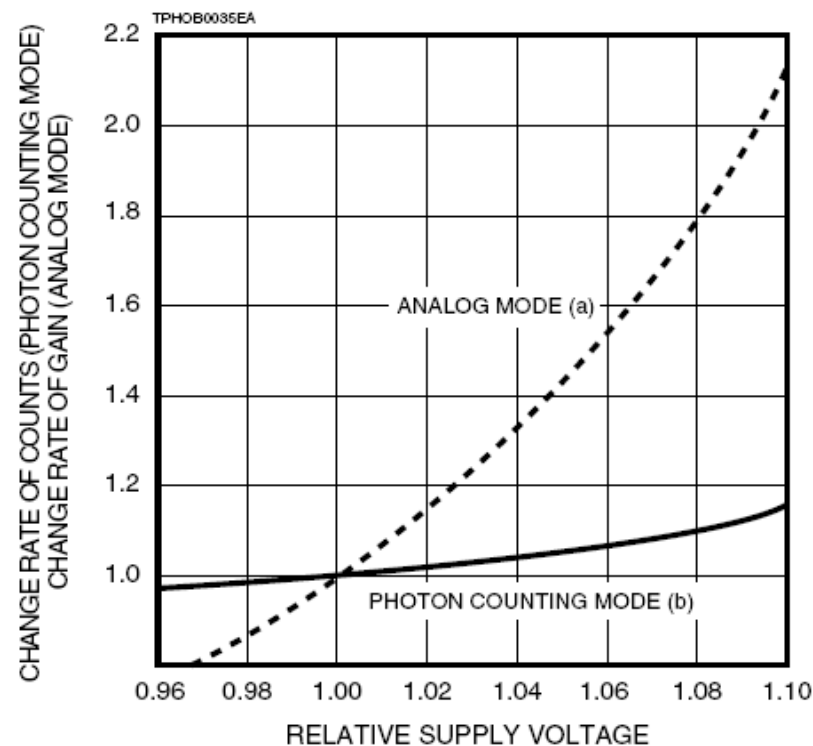
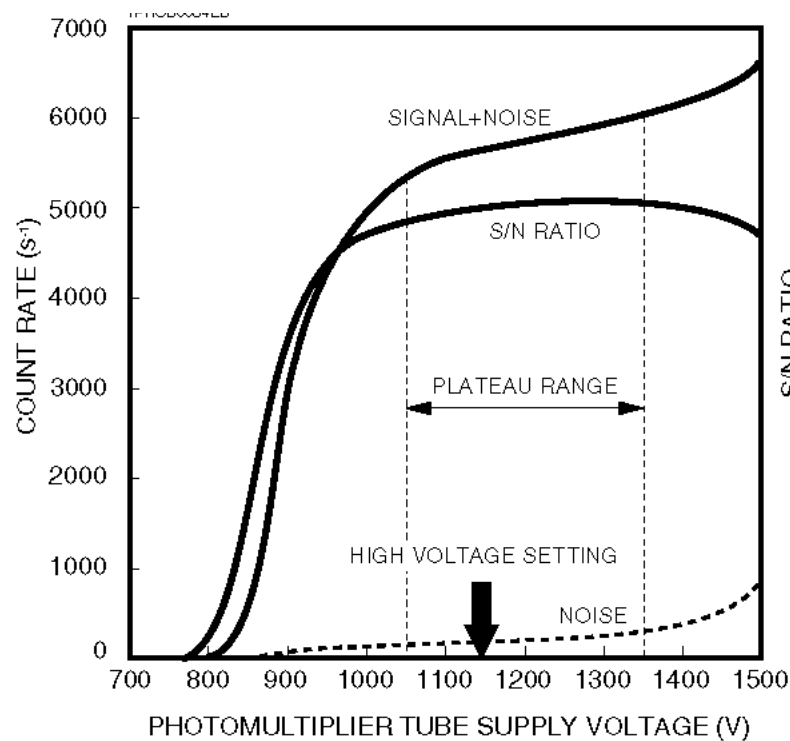
TPHCB0002EB

Счет фотонов:

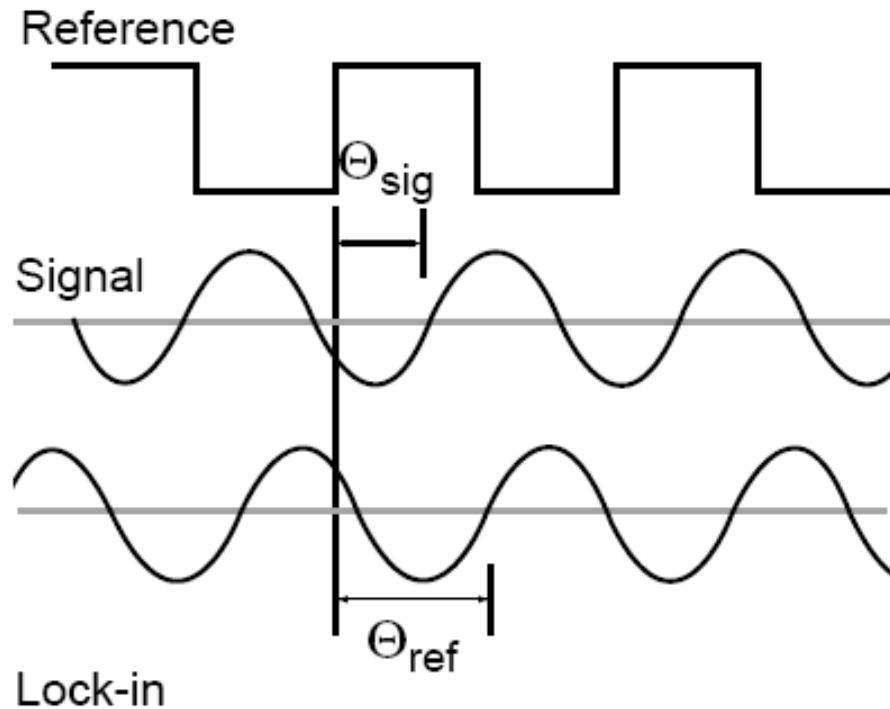
одно- и мультиканальная схемы реализации



Счет фотонов: стабильность фотоотсчетов к изменению напряжения на ФЭУ



Синхронное детектирование: основной принцип реализации



Синхронное детектирование: схема фильтрации высоких частот

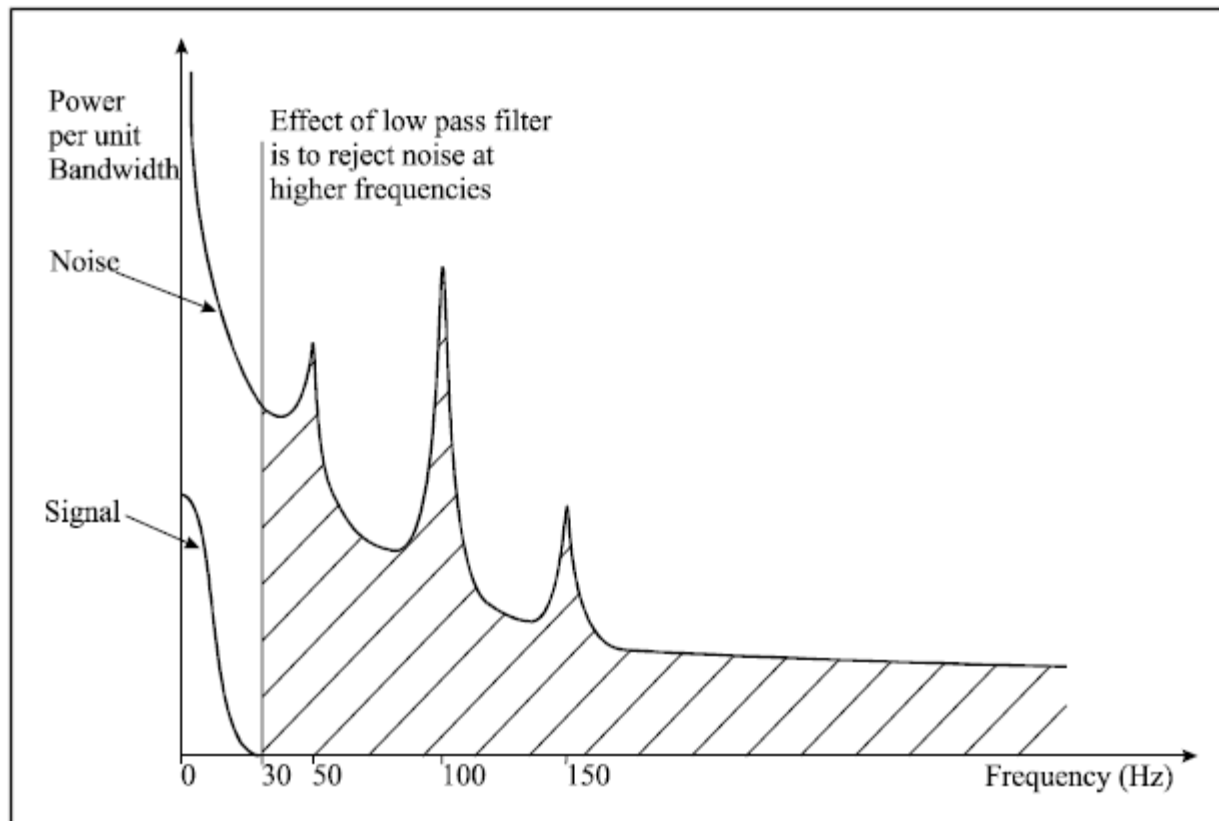


Fig 3 Effect of Low Pass Filter

Синхронное детектирование: схема фильтрации в полосе

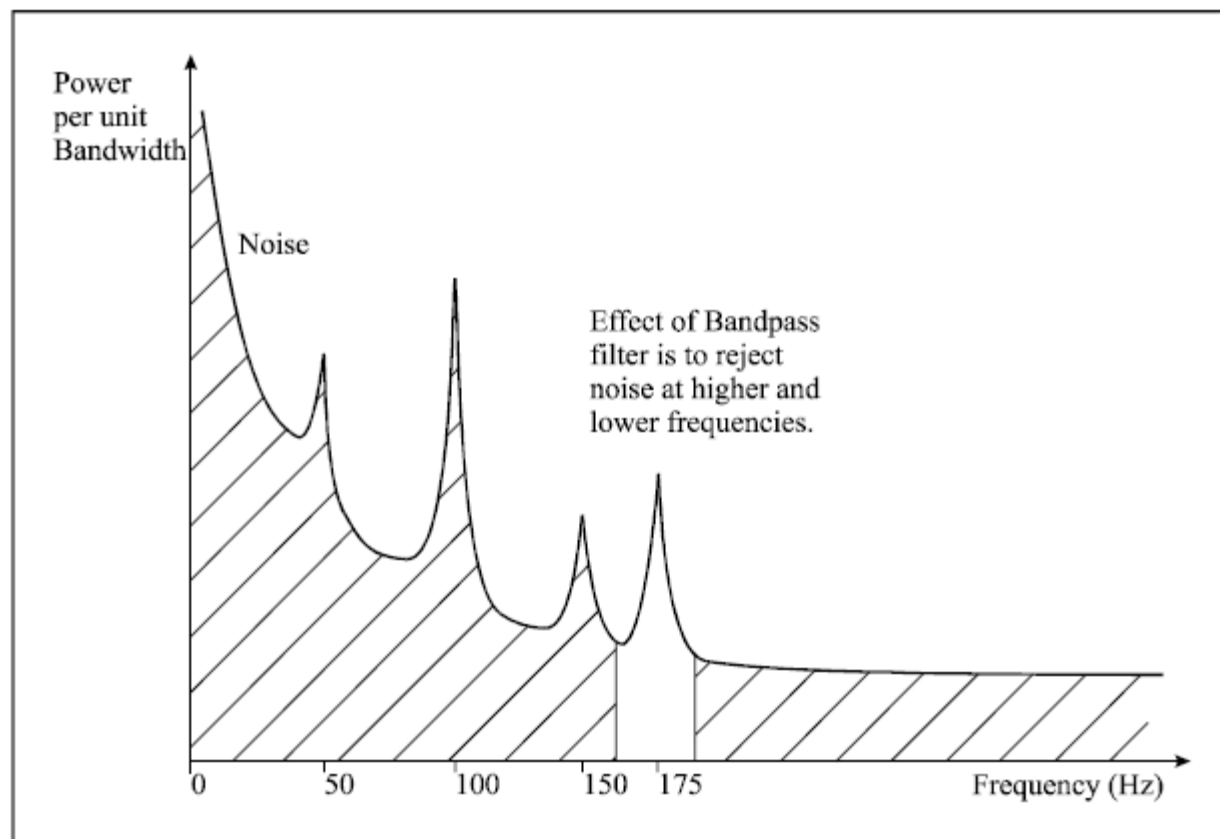
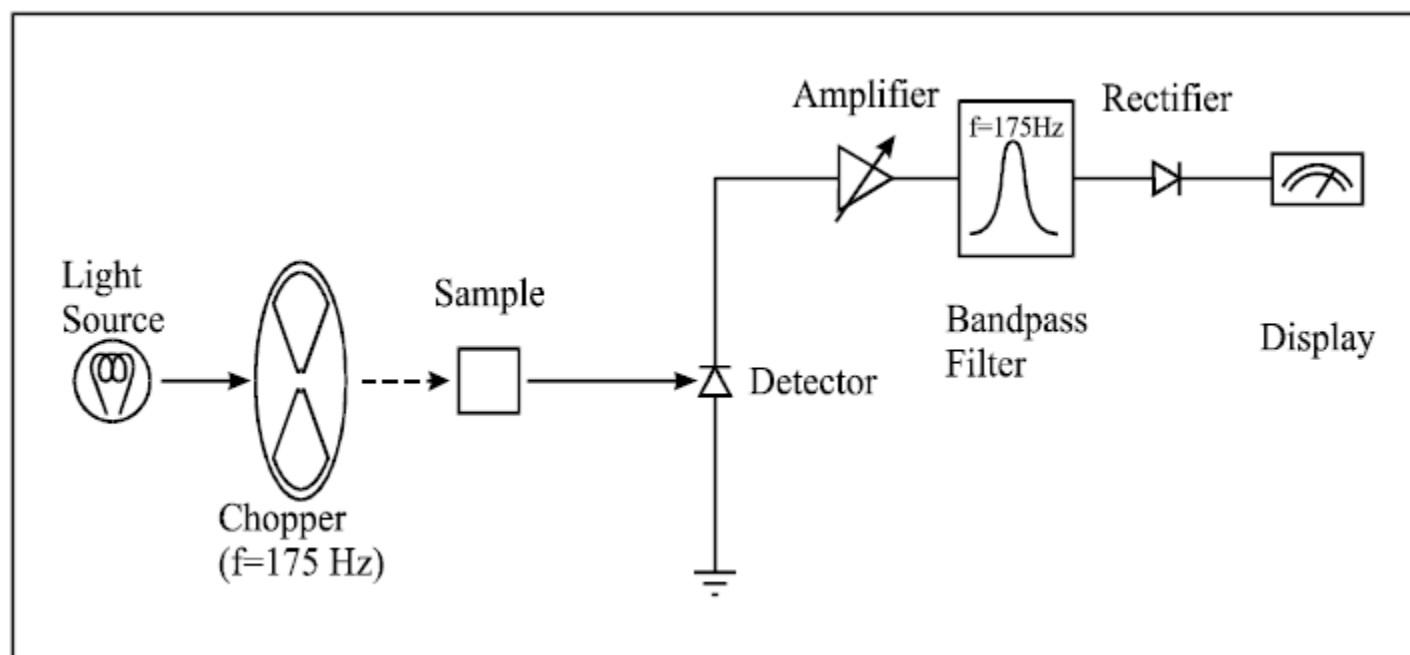
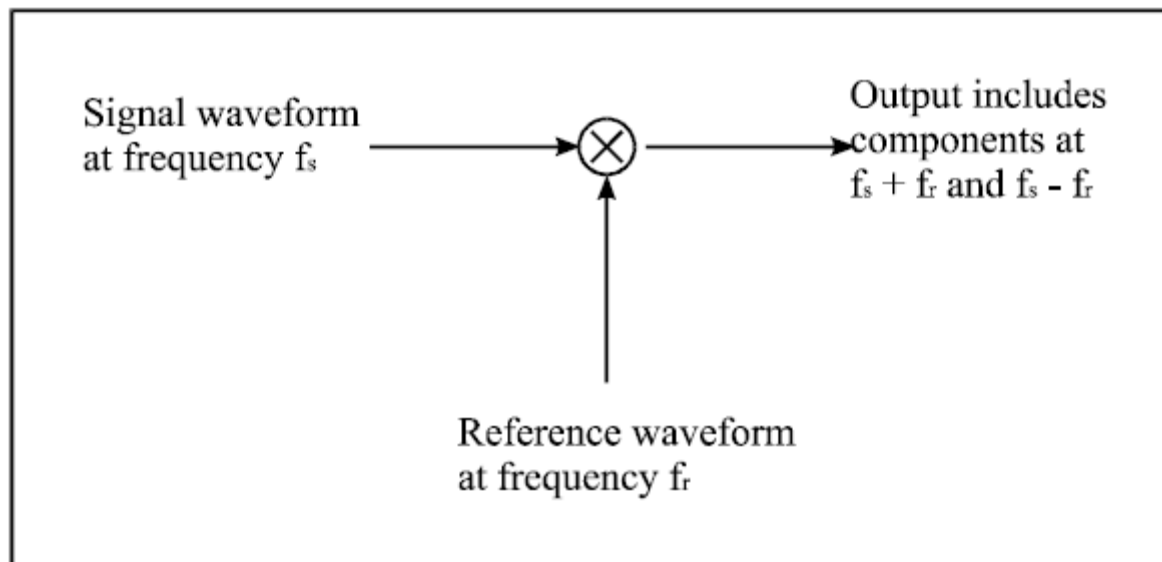


Fig 4 Effect of Bandpass Filter at 175 Hz.

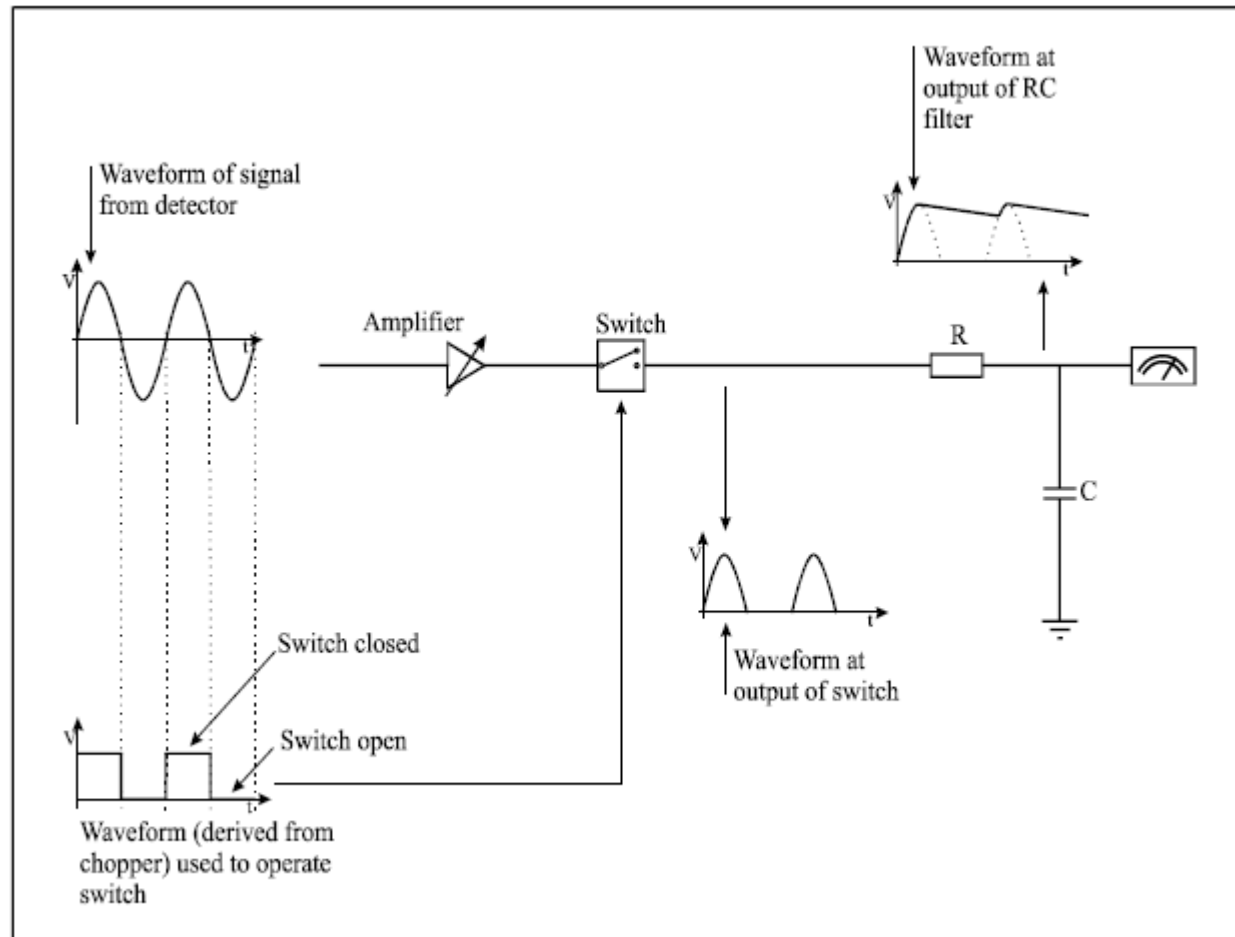
Синхронное детектирование: схема экспериментальной реализации



Синхронное детектирование: метод сложения частот



Синхронное детектирование: переход к стробируемой системе регистрации (gated integrator)



Еще раз про счет фотонов: отношение сигнал/шум (SNR)

вероятность детектирования n фотонов за время t при средней скорости счета K (распределение Пуассона):

$$P(n, t) = (Kt)^n e^{-Kt} / n!, \quad P(1, t) = (Kt) e^{-Kt}$$

Если среднее число детектируемых фотонов N , то стандартное отклонение \sqrt{N} и отношение сигнал/шум (SNR)

$$SNR = N / \sqrt{N} = \sqrt{N}$$

При аналоговом интегрировании внутри строба:

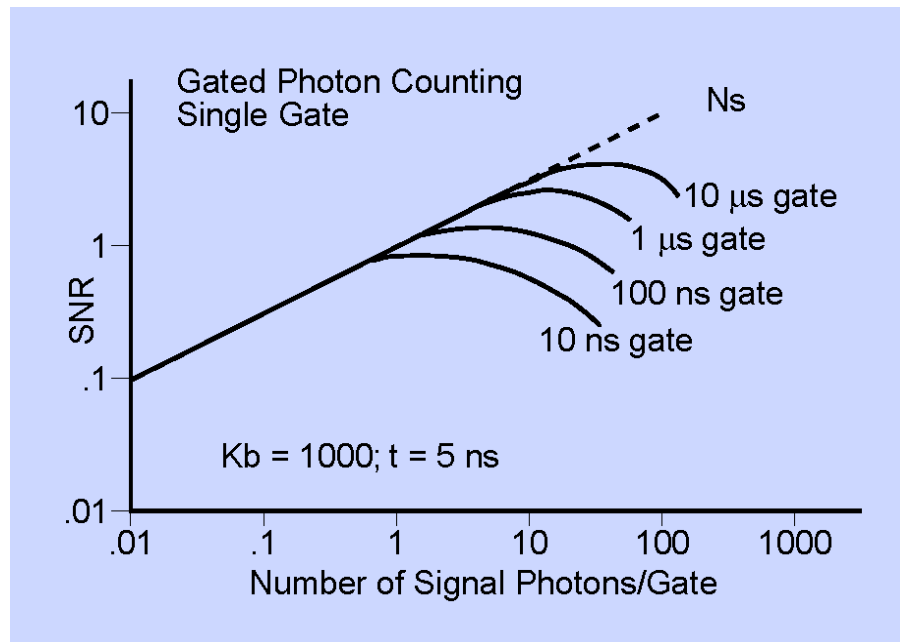
Если T – длительность строба, A – усиление ФЭУ, R – выходное сопротивление ФЭУ, K – средняя скорость фотоотсчетов, то сигнал на сумматоре (в вольтах):

$$S = (1 / T) K T A e R$$

KT – число фотонов, пришедших в стробе

Ae / T – средняя сила тока в стробе, индуцированная одним фотоэлектроном

Счет фотонов vs. интегрирование

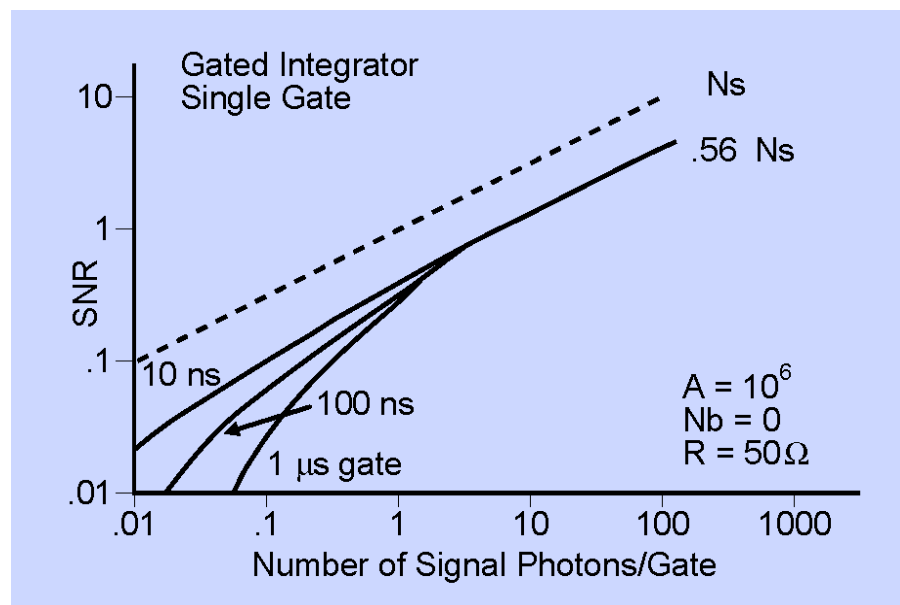


- $SNR \sim \sqrt{N}$ при малых скоростях счета

- насыщение при больших скоростях

K_b – скорость шумовых отсчетов

t – мертвое время ФЭУ



- сильная нелинейность при малых скоростях счета

- нет насыщения при больших скоростях

коэффициент 0.56 – поправка на флуктуации усиления ФЭУ

N_b – число шумовых отсчетов