

# Генериране и анализ на цифрови данни в оптична комуникационна система чрез използване на логически анализатор.

Тодор Н. Арабаджиев, ТУ-София, Департамент по приложна физика,

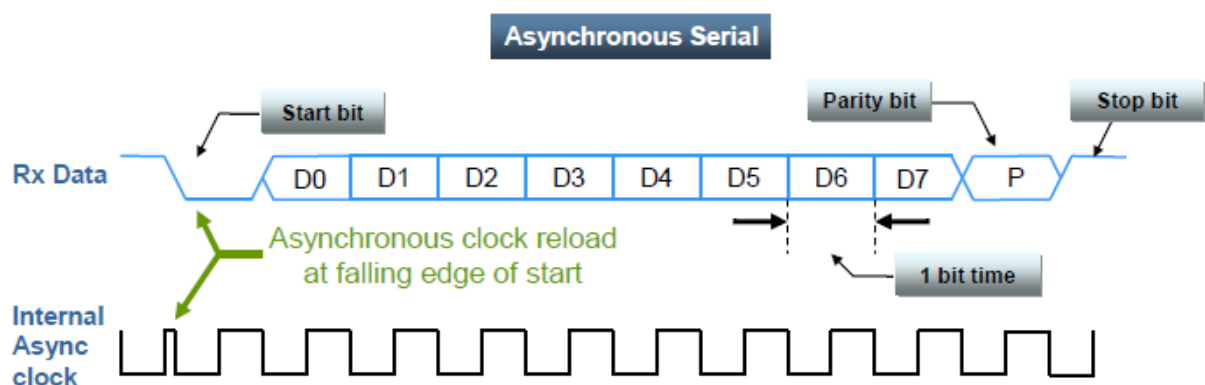
tna@tu-sofia.bg

**Цел на упражнението:** Студентите да получат идея за конструирането и работата на вариант на проста оптична комуникационна система реализираща серийно предаване и съответно декодиране на цифрови данни чрез използване на генератор на цифрови сигнали, предавател, оптичен вълновод, приемник и логически анализатор.

## 1. Основни понятия и елементи от апаратната част.

**Какво е сериен интерфейс и серийно предаване на данни ?** Сериеният (последователен) интерфейс (протокол) определя от начина на предаване на данните по един единствен проводник, бит по бит. При серийното предаване всеки информационен бит се съпровожда от синхронизиращ импулс. Ако приемника и предавателя съдържат свои собствени генератори на синхроимпулси работещи на една честота, то такъв интерфейс се нарича асинхронен. При синхронния интерфейс синхроимпулсите се предават единствено от устройството инициращо предаването по специално заделена тактова линия.

Типичен пример за асинхронен сериен интерфейс и ключов елемент в сериите комуникации при компютрите е универсалният асинхронен приемник/предавател (UART-Universal Asynchronous Receiver/ Transmitter). При този интерфейс всеки байт, се съпровожда със стандартен старт и стоп сигнал. Това означава, че всеки байт се предшества от единичен нулев бит, наричан старт бит. Той указва на приемащата система, че следващите 5-9 бита съставляват данните от един символ (data word) изпратен към нея. След данните следва стоп бит, който сигнализира, че данните са изпратени. Асинхронният интерфейс има около 20-30% служебна информация в трафика (старт-стоп битове с или без бит за контрол по четност).



фиг. 1

**Какво е дискретизация ?** Дискретизацията се състои в получаването и запомнянето на определен брой моментни стойности (извадки) от непрекъснатия сигнал. Интервалът от време след който се получава всяка следваща извадка определя периода на дискретизация  $T$ . Честотата на дискретизация (sampling rate) е  $f = 1/T$  [Hz]. Това

понятието е важно за анализ на параметрите на генерирания цифров сигнал. Например ако честотата (скоростта) на дискретизация е 10MHz а броя на извадките (samples) е 261888 то продължителността на генерирания цифров сигнал ще е 26.19 ms а периода на дискретизация (resolution) ще е 0.1µs. Друг важен параметър използван в софтуера при генерирането сигнали е максималната скорост на предаване в бодове (max baud rate), която задава максималния брой символи за една секунда. При предаване на бинарни цифрови данни baud rate може да е равна на скоростта на предаване в битове (bps). В нашият случай - серийно предаване посредством UART интерфейс, един символ се предава с 5-9 бита с данни + 2 служебни (старт-стоп битовете) + евентуално бита за четност. В такъв случай при избрана baud rate 115200, ефективната средна скорост на предаване (throughput) е:  $115200 * 8 / 10 = 92160$  bps (8 информационни бита). Възможните скорости baud rates на серийния сигнал са типично 9600, 19200, 57600, 115200, 230400. Изискванията на вътрешният генератор на честота е да осигури максимална грешка от +/-2.5% от предавателната и приемната страна.

**Как се извършва проверката за грешки?** Грешки в обмена могат да се разпознават чрез бита за контрол по четност. Най-общо битовете за четност в предадените и получените данни трябва да си съответстват. Софтуерът изобразява десетичния или шестнайсетичния код на съответния символ, който преобразуван в бинарен код определя значението на бита за четност. Правилността му лесно може да провери и с обикновен калкулатор. Съществуват следните варианти:

*Без контрол по четност* – липсва бит за контрол по четност.

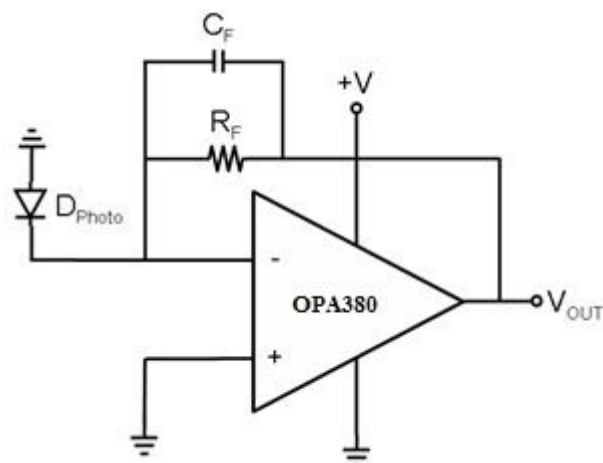
*Even Parity* - контрол по четност: предавателят брой всички битове със стойност 1-ца и ако този брой е нечетен, установява бита по четност в състояние 1-ца. Ако този брой е четен - този бит по четност се установява в нула (0). Приемникът сумира броя на битовете данни, които са в 1-ца с бита за контрол по четност. Сумата винаги трябва да бъде четно число. Ако сумата е нечетно число, налице е грешка в обмена.

*Odd Parity* - методът съответства на този при проверката по четност, но тук сумата от битовете, установени в 1-ца и битът за контрол по четност винаги е нечетна.

**Какво е логически анализатор?** Логическият анализатор е устройство за следене и анализ на логическите нива на цифров сигнал с класическа TTL логика. Той не е способен да измерва напрежението на аналогови сигнали по което се отличава от осцилоскопа. Използваното устройство в упражнението е “*Scanalogic 2 Pro*” на фирмата *IKALOGIC*. То съдържа четири канален логически анализатор и генератор на цифрови сигнали и е предназначено да декодира и анализира серийни протоколи. Свързва се към USB порта на компютъра при което с помощта на лесен за употреба софтуер могат да се записват, визуализират и анализират сигнали. Това устройство позволява не само да се снимат и запазват входящи сигнали, но и да се възпроизвежда желана поредност от сигнали.

**Какво е трансимпедансен усилвател?** Схема обикновено използваща операционен усилвател, в която посредством обратна връзка чрез достатъчно голямо съпротивление, малкият входен ток (генериран от фотодиод) се трансформира в подходящо за измерване напрежение. За стабилизация успоредно на съпротивлението се поставя кондензатор.

Така посредством използването на фотодиод и трансимпедансен усилвател е реализиран чувствителен приемник на оптичното излъчване.



фиг. 2

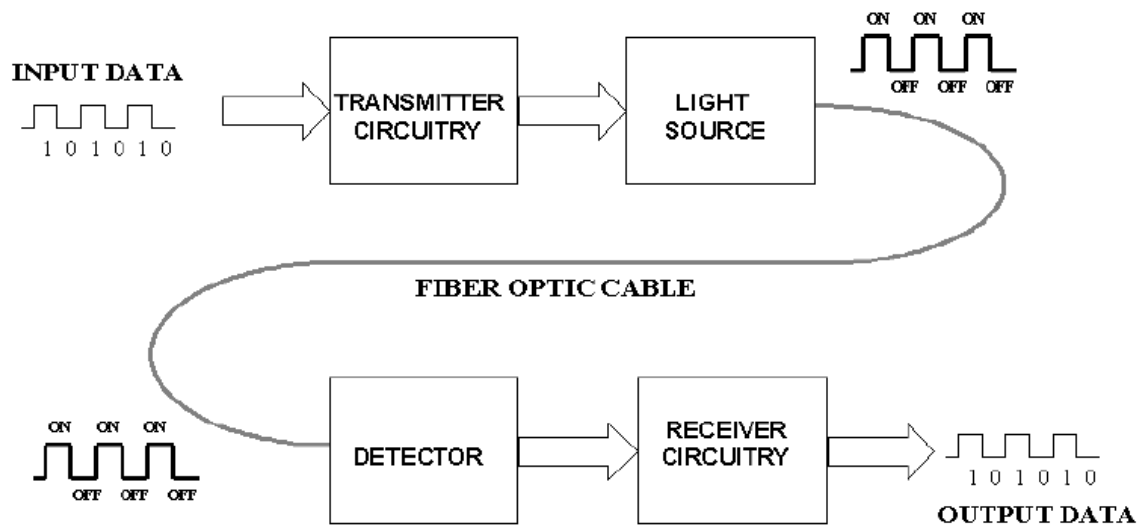
**Какво представлява използваният оптичен вълновод ?** Като оптичен вълновод е използвана полимерна тръба (т.нар. „light pipe”), която за разлика от станадартните оптични влакна е напълно хомогенна. Изградена е от специален полимер който има показател на пречупване такъв, че да осигури минимални загуби и пълно вътрешно отражение (на границата тръба въздух) на излъчване с дължина на вълната  $\sim 370\text{-}690\text{ nm}$ . Такива тръби се използват за пренасяне на излъчване от видимата област на сравнителни къси разстояния и са подходящи за бърз монтаж без никакви специални конектори.

## 2. Общи сведения и конкретни компоненти използвани в разглежданата оптична комуникационна система.

Оптичната комуникационна система включва:

1. Генератор на цифров електрически сигнал (вграден в Scanlogic2) с честота до 10 MHz. Генерира се съобщение и се предава като сериен цифров сигнал на канал 4 в Scanlogic2 (зелената сонда), като за визуализация на предаваното съобщение се използва UART декодер. Трябва да се има предвид също, че сигналът е с 5V логика.
2. Оптичен предавател: Реализира се чрез използване на червен светодиод към който се подава генерирания цифров сигнал от канал 4 на Scanlogic2 (5V логика). Използва се 560 омовото съпротивление, което ограничава пада на напрежението върху LED диода до около 2V. Излъчването на LED диода следва точно битовете на сигнала (rise-time на диода е около 5ns).
3. Преносна среда: Вече описания оптичен вълновод („light tube”) с дължина 12.5 cm и диаметър 0.5 cm изпълнява тази функция.
4. Оптичен приемник: Реализиран е с използването на трансимпедансен усилвател (фиг. 2) при което са използвани следните компоненти. Високоскоростен операционен усилвател OPA380 на Texas Instruments с честотна лента на усилване  $\sim 90\text{MHz}$  и захранващо напрежение  $V \sim 5\text{V}$ . PIN фотодиод SFH203FA осигуряващ добро екраниране на смущения във видимия диапазон. Обратна връзка, чрез съпротивление  $R_F = 6.8\text{M}\Omega$ . Стабилизация, чрез кондензатор с капацитет  $C_F = 1.2\text{pF}$ .
5. Логически анализатор (чрез канал 1 на Scanlogic2). Трябва да се има в предвид, че за анализ на на приетия сериен сигнал, към съответните канали трябва да се инсталира UART декодер.

### Принципна схема.



### 3. Основни задачи за изпълнение.

1. Да се анализира предоставения вариант на комуникационна система с оптичен вълновод реализиран върху експериментални платки. Според направения анализ и общите сведения дадени в упътването да се начертае възможно по-пълна принципна/електрическа схема на тестваната комуникационна система.

2. Да се разучи работата на софтуера към анализиращото устройство. Да се предаде и декодира съобщението „Hello World” придружено от имената на студентите чрез използване на UART протокол. Да се запишат и анализират за грешки преминалите през оптичната линия данни.