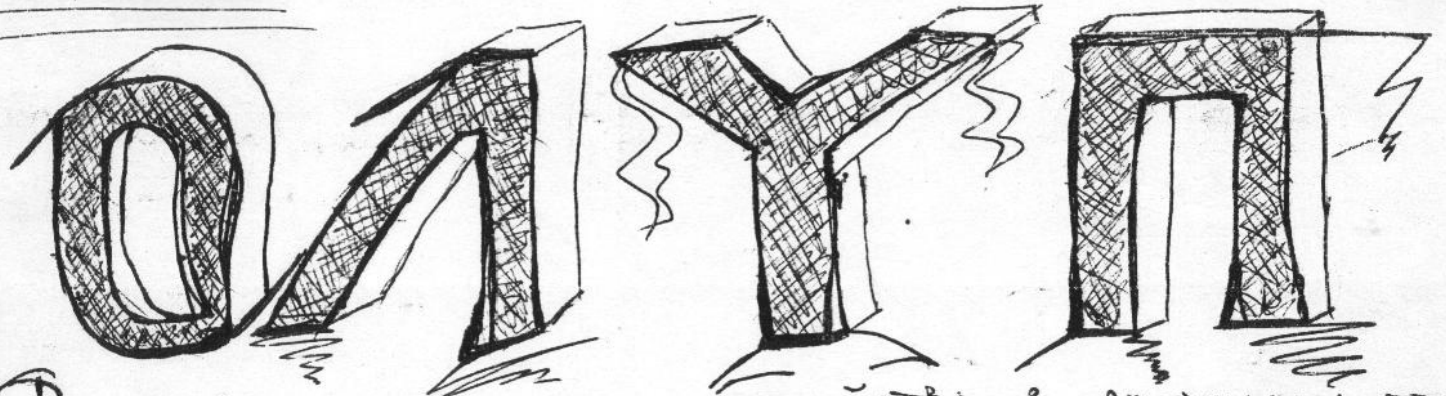


11.09.01 г.

ТО - 1 -



Опoeлектронни лазерни устройства в промишлеността

Лектор: Тодор Димитров 1438 / 32-69 16, практ - средата на октомври
965 8-VI - 2 седмици

<http://olup.hit.bg>

Учебник: 96 - тема 3, 1438 - 1330 - 12.09.01
Опoeлектрониката - проф. Фердинанд

- 1) Оптични резони - проф. Е. Делева
- 2) Колеб, предаване - Опoeлектронни схеми

1. Свойства на електромагнитното излъчване

ЕМ излъчване заема една малка част от спектъра на излъчване на ел. вълни. Оптичeския диапазон е част от $10^{-8} \text{ m} / 0,01 \mu\text{m} / \text{до } 750 \mu\text{m}$

~~рентгеново излъчване~~

$0,01 \mu\text{m}$ } ултравиолетови
 $0,38 \mu\text{m}$ }

$0,76 \mu\text{m}$ - вишви

инфракчервен диапазон

$1,5 \mu\text{m}$ - близка инфрачервена област

$3 \mu\text{m}$ - средна - "

далечна инфрачерв. обл.

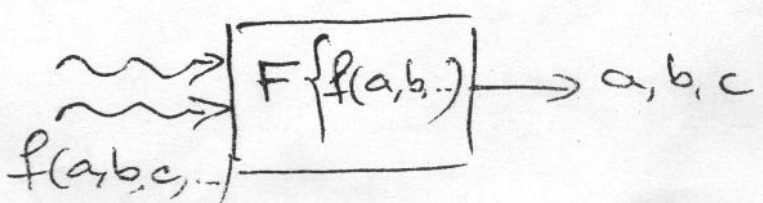
входната информация

Максимална скорост: $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Опoeл. уред е този, който обработва подзипла информация на неговия вход във вид на ЕМ излъчване с

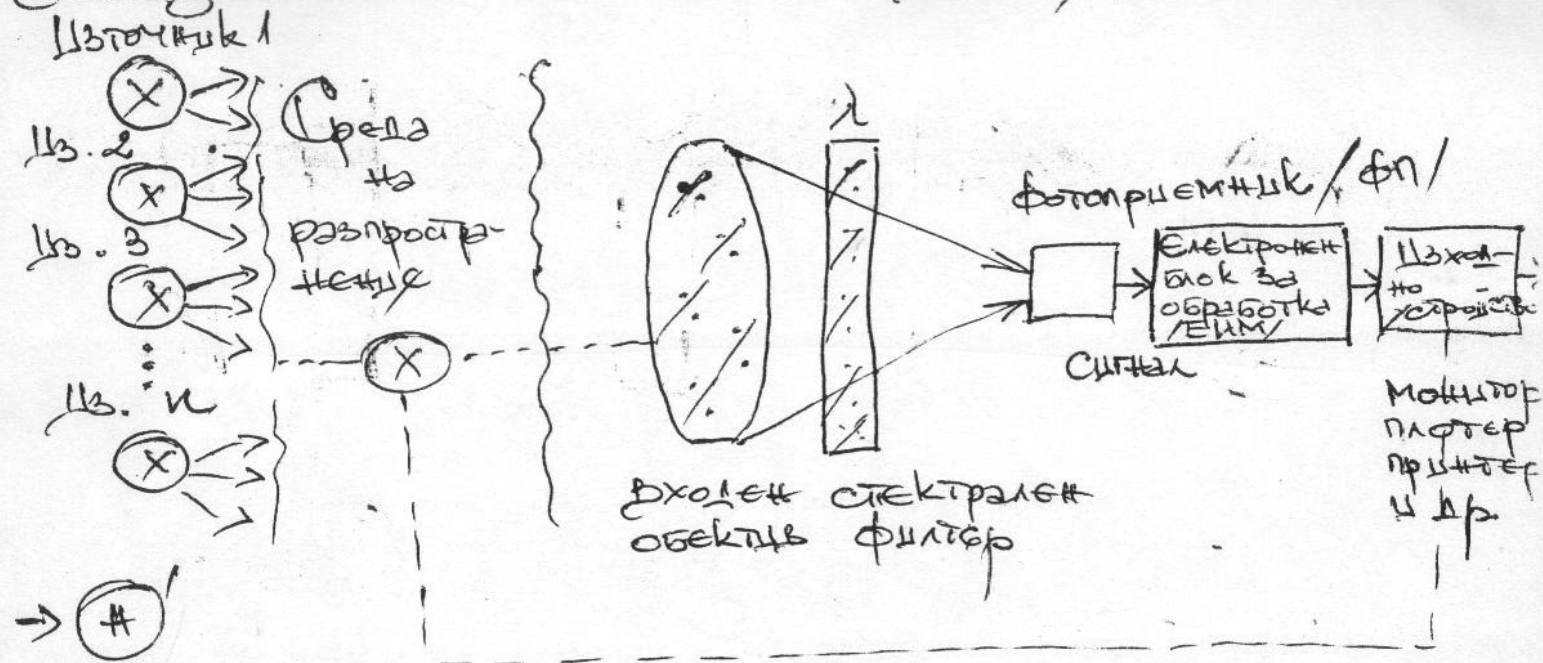
опр. параметри a, b, c , така

че на изхода да се получи информация за п-рите, която е била "заклучена" във



Обобщенная схема на оптикоэлектронен уред

-2-



Изходна информация

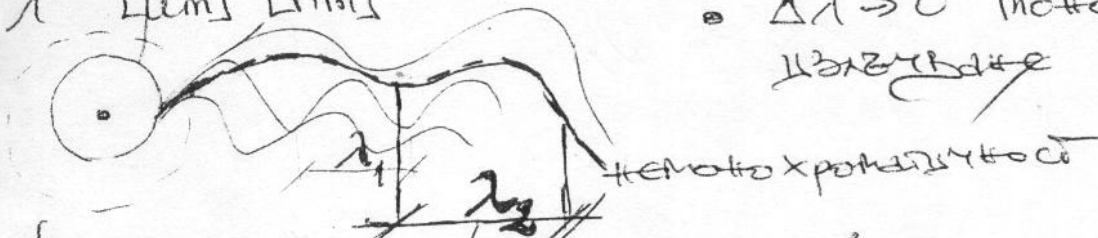
- Видове оптич. уреди: 1. В зависимост от трансформ. на информацията
- 1) Информационни: предават инф. от източника към приемника в съотв. на пространствените координати 1:1
 - 2) Измерителни: на изхода си дават числова стойност на някой от параметрите
 - 3) Следящи: уреди със степ. преобразяване / с пунктир

2. Според действиято
- 1) Пасивни - няма излъчвател / измерител
 - 2) Активни - има собств. излъчвател

2. Основни характеристики и закони на електромагнитно излъчване

18.07.01

- ЕМ вълна, която се х-ра с дължина на вълната λ [cm] [nm]
- $\Delta\lambda \rightarrow 0$ монохроматично излъчване



кохерентност / съвпадение

$$W_{\text{кв}} = \frac{hc}{\lambda} = h\nu - \text{Луи де Бройл}$$

Енергия на кванта

• Энергия та ем излучение W , [J]

1. Поток та ем излучение - энергия, която се разпространява във всички възможни пространства и измерения

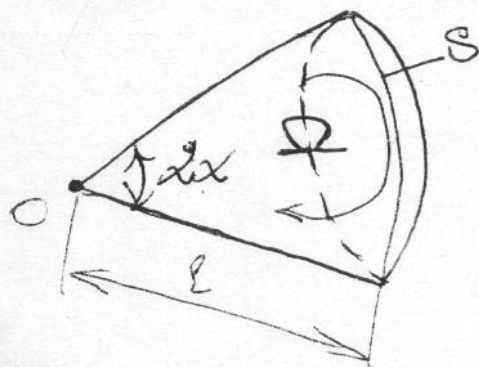
Φ - кол. поток, който е излъчен, погълнат за единица време

$$\Phi = \frac{dW}{dt} \text{ [Watt]}$$

При постоянна скорост та претасяване: $\Phi = \frac{W}{t}$

Спектрална плътност та потока: $\Phi_\lambda = \frac{d\Phi}{d\lambda}$, $\left[\frac{W}{\mu m}\right]$

2. Пространствен егол



$$\Omega = \frac{S}{r^2}, \text{ sr / стр. радиан}$$

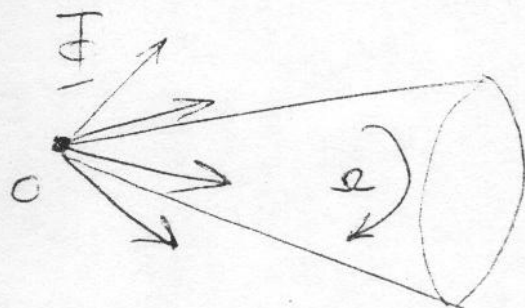
$$\Omega = 2\pi(1 - \cos\alpha)$$

$$\Omega_{\max} = 4\pi$$

$$\alpha < 15^\circ, \Omega = \frac{\pi}{4}(\alpha)^2$$

$$1 \text{ sr} \Rightarrow 65.5^\circ = \alpha$$

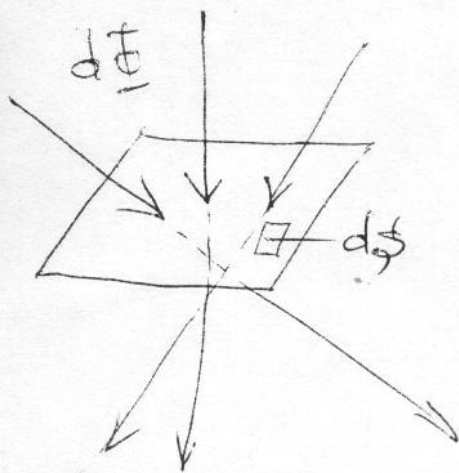
3. Пространствен изток, излъчване та излъчване



$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega} \left[\frac{W}{sr}\right]$$

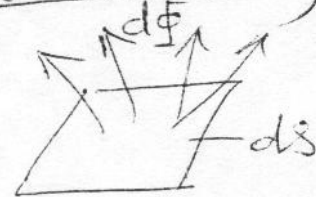
$$I = \frac{\Phi}{\Omega}; I_\lambda = \frac{dI}{d\lambda}, \left[\frac{W}{sr \cdot \mu m}\right]$$

4. Поверхностна плътност та излъчване



$$E = \frac{d\Phi}{dS}$$

$$E = \frac{\Phi}{S} \left[\frac{W}{m^2}\right]$$



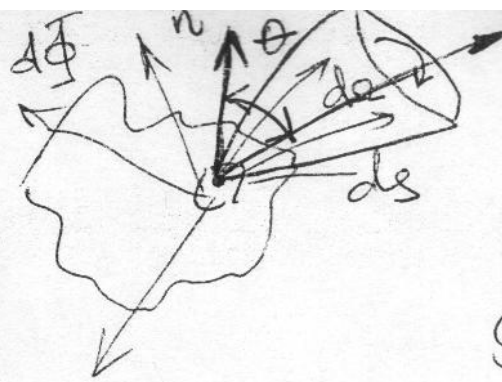
$$R = \frac{d\Phi}{dS}, R = \frac{\Phi}{S}, R_{\text{излъчване}}$$

$$E_\lambda = \frac{dE}{d\lambda} \left[\frac{W}{m^2 \cdot \mu m}\right]$$

$$\left[\frac{W}{m^2}\right]$$

$$R_\lambda = \frac{dR}{d\lambda}$$

5. Поверхностноглоба изток та излъчване поток, поток

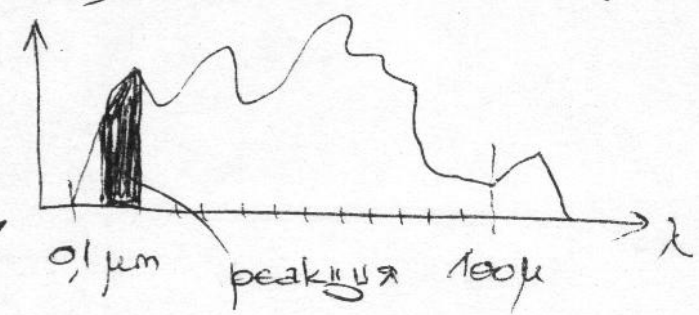
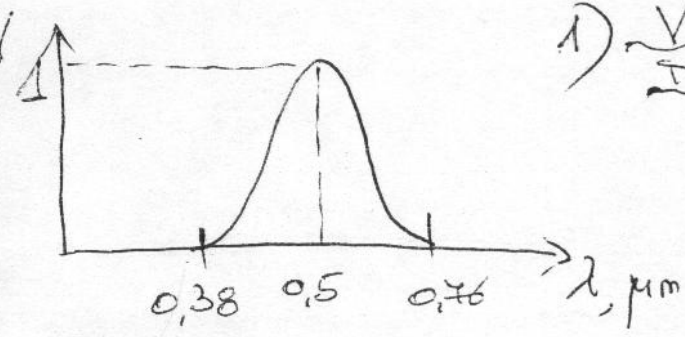


$$L = \frac{d^2 \Phi}{d\Omega dS \cos \theta}, \left[\frac{W}{m^2 \cdot sr} \right]$$

$$L = \frac{I}{S} = \frac{\Phi}{\Omega}; L_\lambda = \frac{dL}{d\lambda}, \frac{W}{m^2 \cdot sr \cdot \mu m}$$

Оптический диапазон $0,01 \div 1000 \mu m$
 Видимый диапазон $0,38 \div 0,76 \mu m$

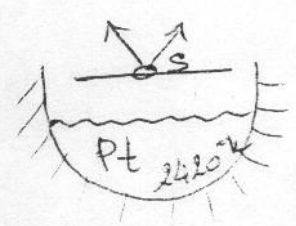
1) V-отрабатываемый диапазон на графике
то же, спектральная характеристика



6. Световые единицы

2) Световый поток
 темп. на входе в глаз
 на матрицу

$$\left. \begin{aligned} T &= 2420^\circ K \\ S &= 0,5305 \text{ mm}^2 \\ \Phi_v &= 1 \text{ lm} \end{aligned} \right\} \text{световые} \\ \text{излучение}$$



$$W_v = \Phi_v t, \text{ lm} \cdot \text{s}$$

V - световый, visible

3) Световая пространственная плотность

$$I_v = \frac{\Phi_v}{\Omega}, \frac{\text{lm}}{\text{sr}}, \text{ cd}$$

4) Световая поверхность яркости

$$E_v = \left\{ \frac{\Phi_v}{S}, \frac{\text{lm}}{\text{m}^2}, \text{ lx} \right.$$

$$R_v = \left\{ \frac{\Phi_v}{S}, \frac{\text{lm}}{\text{m}^2}, \text{ lx} \right.$$

- темп. свечения 3400 K
- цветность 30 lx
- яркость свечения 10 lx
- яркость 0,1 ÷ 0,2 lx

- абсолютная темп. $10^{-8} \div 10^{-9}$
- море 200 000 lx

$$L_v = \frac{\Phi_v}{\Omega \cdot S \cos \theta} \left(\frac{\text{lm}}{\text{sr} \cdot \text{m}^2} \right) \left(\frac{\text{cd}}{\text{m}^2} \right)$$

- свечение

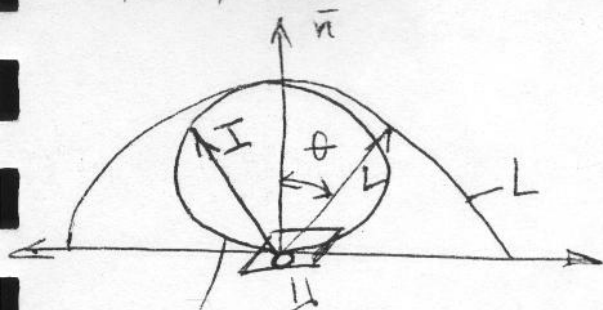
7. Основные законы в оптике

1) Закон Ламберта - I сила света излучения

которая не зависит от расстояния и не зависит от угла наблюдения, яркость L_v и L_λ и L_λ

18.09.01.

ОАУП/1/ -5-



$$L = \frac{I}{S \cos \theta} = \text{const}$$

$$I = L \cdot S \cdot \cos \theta = \text{const} \cdot \cos \theta$$

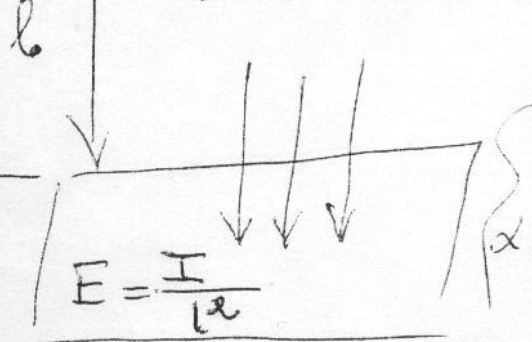
Холограф на интензитетта

на ламбертовия източник

Светимостта на ламбертов източник е:

$$R_{\text{л.и.}} = \pi \cdot L$$

2) Светимостта на отразяваща повърхност, облъчвана от точков източник - при положение, че е известен интензитетът (светимостта) на повърхността от даден източник



указва каква част от падащата енергия се поглъща от тялото

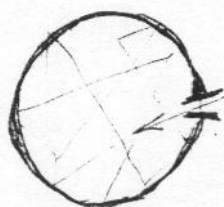
$$\alpha = (0 \div 1)$$

8) Законът на топълното излъчване - процесът на преобразуване на топлинната енергия в излъчване

1) Коэф. на поглъщане $\alpha(\lambda, T)$

указва каква част от падащата енергия се поглъща от тялото

$$\alpha = (0 \div 1)$$



2) Законът на Кирхгоф

Съотношението

$$\frac{R_1(\lambda, T)}{\alpha_1(\lambda, T)} = \frac{R_2(\lambda, T)}{\alpha_2(\lambda, T)}$$

$$= \text{const} = R_{\text{абс.}}(\lambda, T) = \frac{R_{\text{абс.}}(\lambda, T)}{1} = \frac{R_{\text{абс.}}(\lambda, T)}{1}$$

3) Коэффициент на излъчване $\epsilon(\lambda, T)$

показва каква част от възможната енергия се излъчва (к.п.п.)

$$\epsilon(\lambda, T) = \frac{R_{\text{р.т.}}(\lambda, T)}{R_{\text{абс.}}(\lambda, T)} \quad \left| \quad \epsilon(\lambda, T) = \alpha(\lambda, T) \right.$$

3) Уравнение на Планк

$$R(\lambda, T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\exp\left\{\frac{hc}{k_b \cdot \lambda T}\right\} - 1}$$

$$C_1 = 2\pi hc^2; \quad C_2 = \frac{hc}{k_b}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$R(\lambda, T) = \frac{C_1}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\exp\left\{\frac{C_2}{\lambda T}\right\} - 1}$$

$$\left[\frac{\text{W}}{\text{cm}^2} \right]$$

25.09.01г.

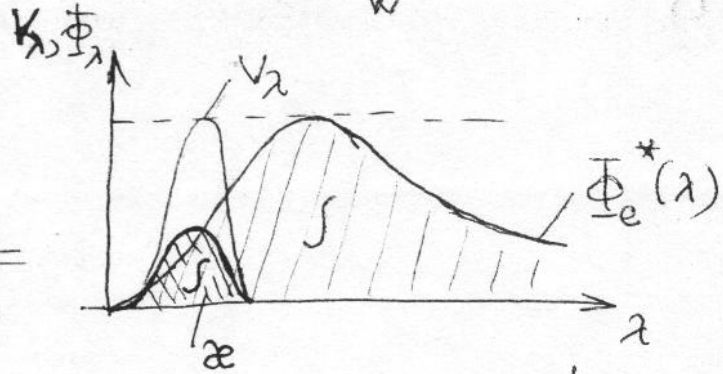
ОЛНП /Н/ - 7-

$$\Phi_v [\text{lm}] = K_{\text{max}} \cdot \Phi_e [\text{W}] \cdot \alpha_0$$

α_0 - коэф. на използване на светлото

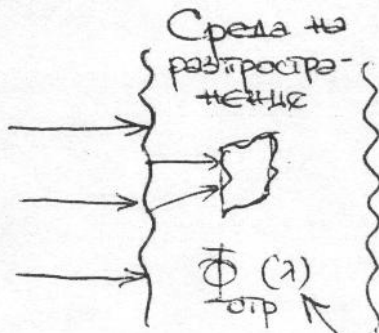
$$\alpha_0 = \frac{\int_0^{0.76 \mu\text{m}} \Phi_e^*(\lambda) \cdot V_\lambda \cdot d\lambda}{\int_0^\infty \Phi_e^*(\lambda) d\lambda}$$

$$K_{\text{max}} = 683 \frac{\text{lm}}{\text{W}}$$

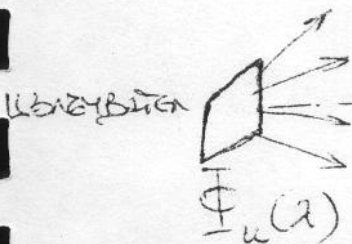


Взаимодействие на ЕМ
излъчване със средата, в
която се разпространява

2.10.01г.



и - паднал ем поток
п - поглъщане на част от ем поток
р - разсейване на част
отр - отразена част
пр - преминава част, претърпяла
промена



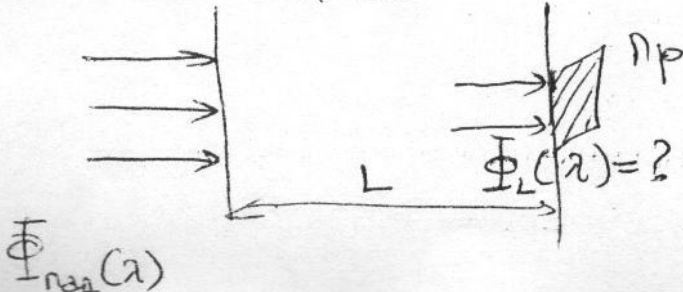
$$\rho(\lambda) = \frac{\Phi_{\text{отр}}(\lambda)}{\Phi_u(\lambda)} ; \alpha_p(\lambda) = \frac{\Phi_p(\lambda)}{\Phi_u} ; \alpha_n(\lambda) = \frac{\Phi_n(\lambda)}{\Phi_u(\lambda)}$$

коэф. на отражение ; коэф. на разсейване ; коэф. на поглъщане

$$+ \tau_{\text{пр}}(\lambda) = \frac{\Phi_{\text{пр}}(\lambda)}{\Phi_u(\lambda)} ; = 1 \text{ (от ЗЗЕ)}$$

коэф. на пропускане

Определете на $\Phi_{\text{пр}}(\lambda)$
Среда



$$\Phi_L(\lambda) = \Phi_{\text{пад}}(\lambda) \exp \{-\alpha_b(\lambda) \cdot L\}$$

α_b - показател на абсорбция
за поток

Източници на електромагнитно излъчване

1. Класификация на източниците

1. По вида им - изкуствени и естествени /природни/

1) Естествени - специално направени за генериране и про-верка на ем поток
лазери, лампи, ант

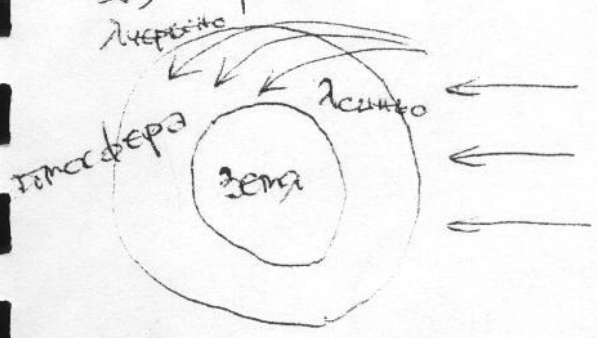
2) Технически - използват се направи в апаратурата /све-родиоди, м диоди, лампи и др./
3) Странични - те се специално конструирани да генерират ем поток

Естествени източници

1. Слънцето - 6000°K , $d = 1,4 \cdot 10^6 \text{ km}$, разстояние до сл.: 150 млн. км

2. Земя и атмосфера - излъчването на земята се състои от два компонента

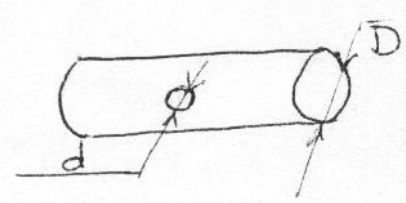
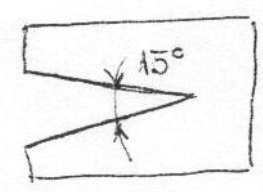
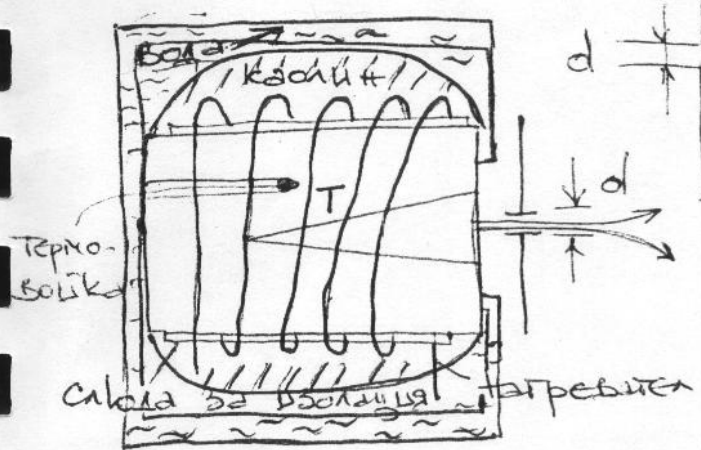
- 1) собствено ем излъчване
- 2) отразено слънчево излъчване



Тотални източници на ем. излъчване и ант

1. Модел на ант

$$\frac{D}{d}; \epsilon = 1$$



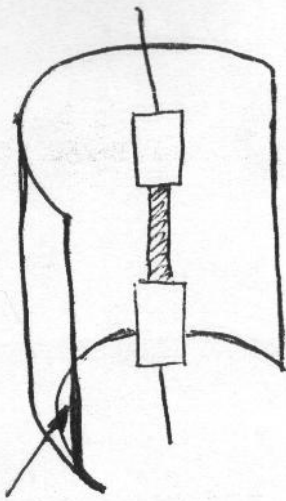
2. Штифт на Ерст - модел на ант

ант, което възпроизвежда излъчване на топлинния източник м/у 1000 и 1400°C → пробир

$$\Phi_{\text{ант}} = S d_{\text{уд}} \cdot \sigma T^4$$

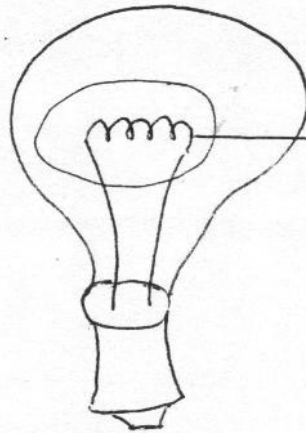
1%

$$\frac{\Delta \Phi}{\Phi} = \frac{4 \Delta T}{T}$$



водно охлаждаще

Лампи с тъненокъмни нитки

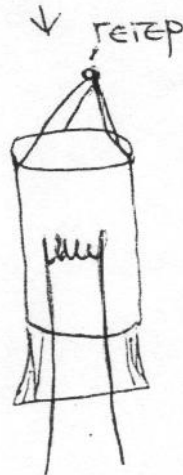
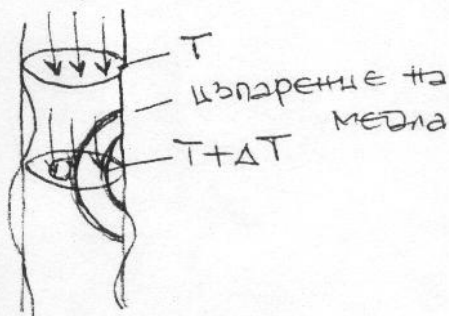


Температура на волфрамовата нитка е пропорционална на интензитета на излъчване на лампата
 $2000 - 2300^\circ\text{C}$



Основни параметри на лампите - изпрежени е на захранване и електрическа мощност. Оптимни параметри: яркост на излъчване $[\text{cd/m}^2]$; коефициент на загубване / площ на истинската нитка, в габаритите на волфрамовата нитка / , светилно отдаване или к.п.д: $\eta = \frac{\Phi_v}{P_{\text{el}}}, \frac{\text{lm}}{\text{W}}$ ($20 \div 40$) lm/W

Халогенна лампа - кварцови колба с волфрамова нитка (допълнително обработена). В колбата има халогенен газ.



В този обмен протича следната реакция:

Порядък високата температура медта се изпарява, с газ се образува съединение волфрамов халогенид.

Това съединение има свойството да се разпръска на стъклениците си чакан при $t^\circ = 2500 - 2800^\circ\text{C}$

На мястото, където външно да се получи разкъсване, освободеният волфрам се таскава на мястото на дупките и ги запълва. Тези лампи имат голям коеф. на отдаване, силно излъчване и др.

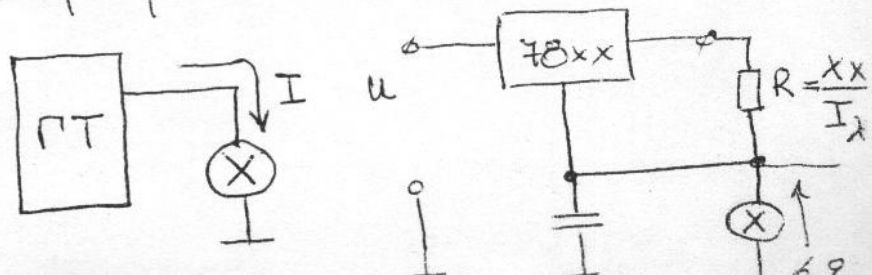
Захранване на лампите с тъненокъмни нитки

По-разумно е лампата да се захранва с генератор на ток.

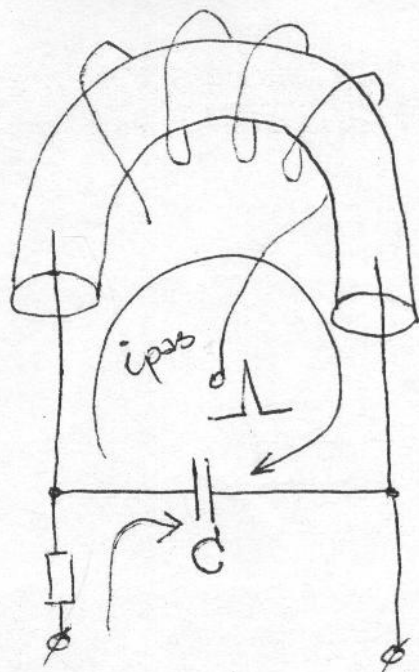
$$\frac{\Phi_0}{\Phi_1} \approx \left(\frac{U_0}{U_1}\right)^{3.6} \approx \left(\frac{I_0}{I_1}\right)^6$$

$$U_0; I_0 \Rightarrow \Phi_0$$

$$U_1; I_1 \Rightarrow \Phi_1$$



XX - напр. на кондензатора на 78xx ; U - гласно 6.9, 12V

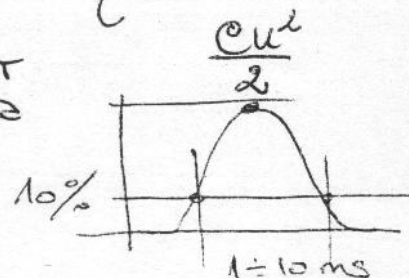


Това е стъклена колба, пълна с газ, два електрода и запалващ електрод, на който се подава импулс за разряд. При подаването на импулс, газът се йонизира и от няколко милисекунди до 10×10^{-6} s започва емисионно излъчване. Използват се за спроводни ефекти.

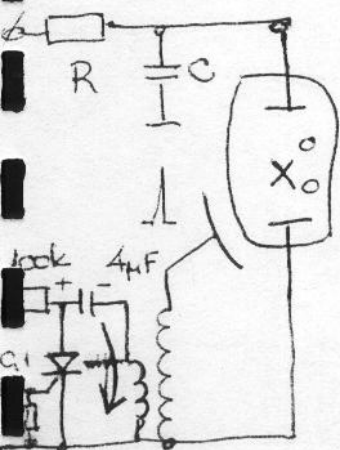
Сек. при:

- Осветяване $I_T \approx 10000 \text{ cd.s}$
- Светлинно излъчване $\eta = \frac{683 \int \Phi_e(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int \Phi_e(\lambda) d\lambda}$

От C силно зависят параметрите на лампата



Принципи на управление



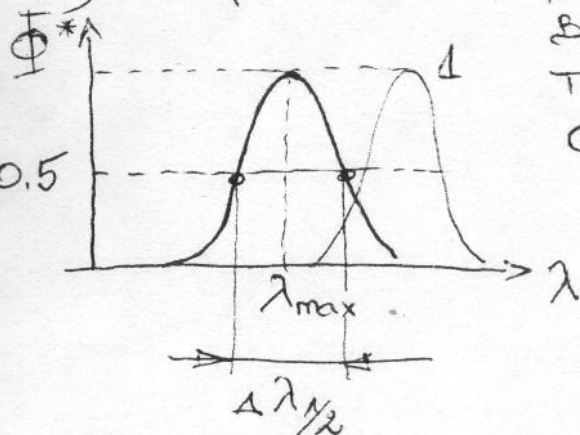
Полупроводникови излъчватели
структури

А. Светодиоди - полупроводникови структури, които се използват за генериране на ем. поток. Те са изключително лесни за управление и трябва да бъдат захранени с право U .

9.10.01 г.

Оптимни х-ки и п-ри

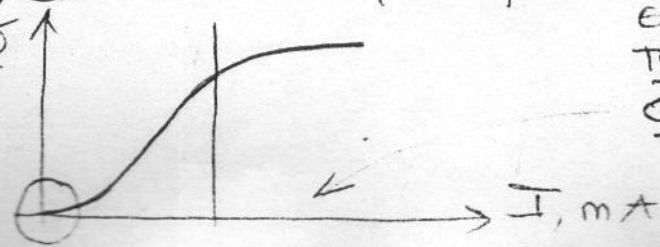
1) Спектрална характеристика - от ултравиолетовата до инфрачервената област /свещта винаги и за лазерните диоди /

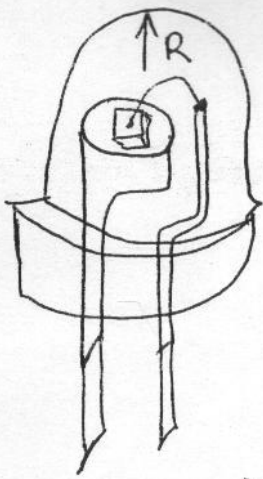


$$0,3 \mu\text{m} \div \approx 10 \mu\text{m}$$

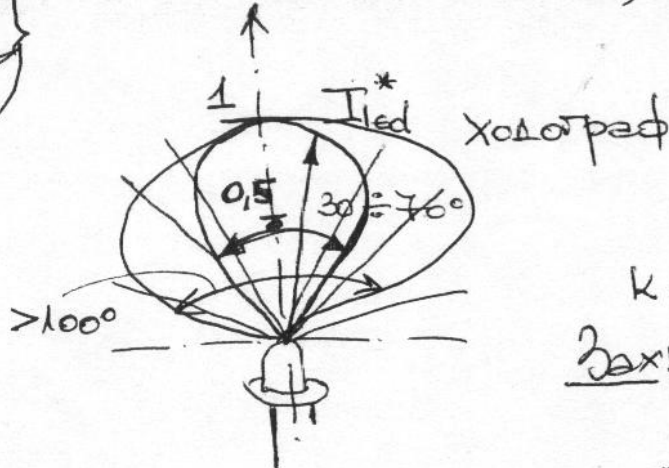
2) Плъншините на светодиода на излъчване /дълж. на вълната за полупровод. светодиод на излъчване / $30 \div 50 \text{ nm} \rightarrow \Delta \lambda_{1/2}$
 $0,03 - 0,05 \mu\text{m}$

3) Светлинна характеристика - зависимостта на излъчваната ем. поток от тока в право посока
 $\Phi \approx I^{(1,1 \div 1,4)}$





4) Диаграма на насоченост - зависимостта на интензитета на излъчване от ъгъла, под който се наблюдава светлината



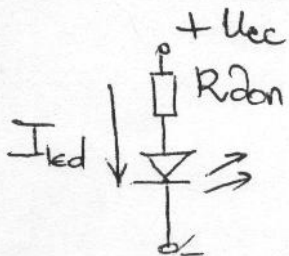
5) Температурна зависимост на излъчването

$$K = \frac{\Delta \Phi}{\Phi \Delta T} \cdot 100\%$$

$$K = 0,1 \div 0,8 \%/^{\circ}\text{C}$$

Захранване на светодиоди

R_D - динамично съпротивление

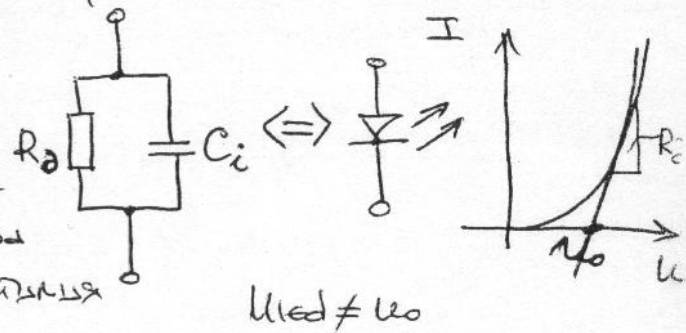


соединение

R_{Don} - допълнителен резистор, ограничава максимално допустимия ток през диода

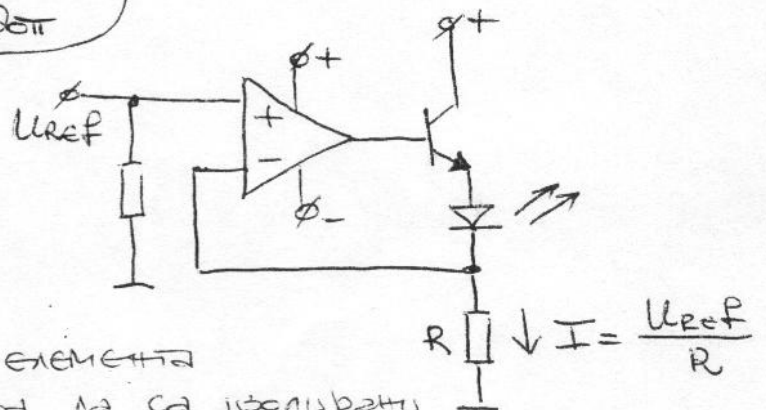
$$U_{cc} = U_{R_{Don}} + U_{led}$$

$$I_{led} = \frac{U_{cc} - U_{led}}{R_{Don}}$$



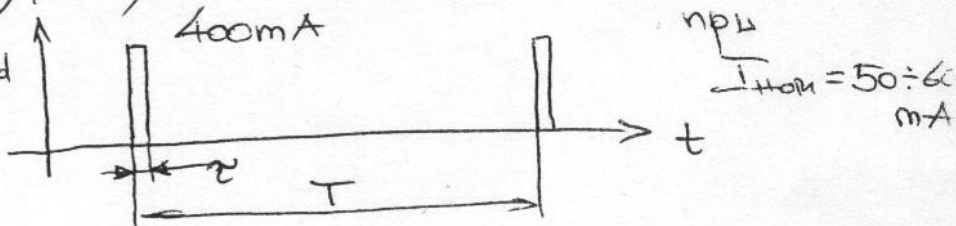
$$U_{led} \neq U_0$$

1) Схема на генератор на ток с ОУ



два елемента трябва да са изолирани от външния влияния

3) Импулсно захранване на светодиоди



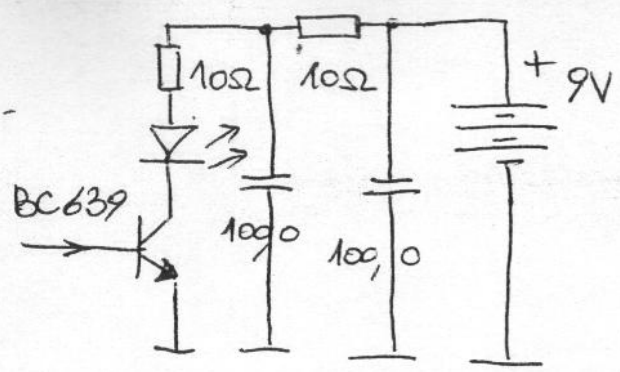
Дистанционна $\tau = 10 \mu\text{s}$, $T \sim \text{ms}$

Схема на захранване на дистанционно управление

$$\frac{T}{\tau} \gg$$

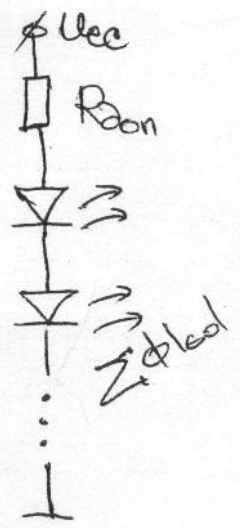
$$P_{el} = \frac{\tau}{T} I_{led} U_{led} - \text{електрическа мощност, която се разсейва в СД}$$

За захранване на повече светодиоди

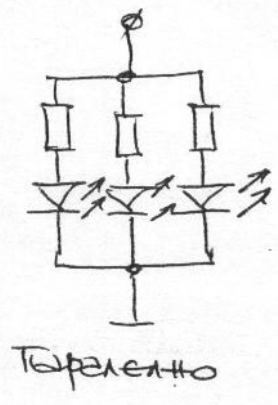


Два случая:

- 1) протуска силен ток
- 2) затова се батерията, т.е. от нея не се черпи ток импулсно / няма импулсно на-товарване/

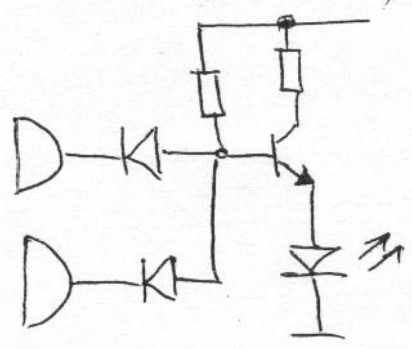


последователно



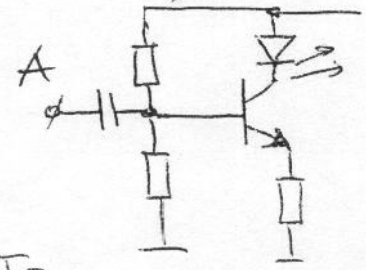
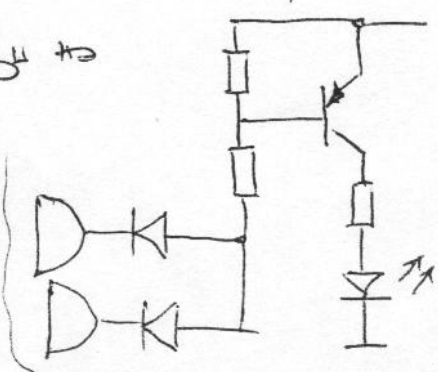
паралелно

Схема на захранване от лог. ел. / CD светл при "1"



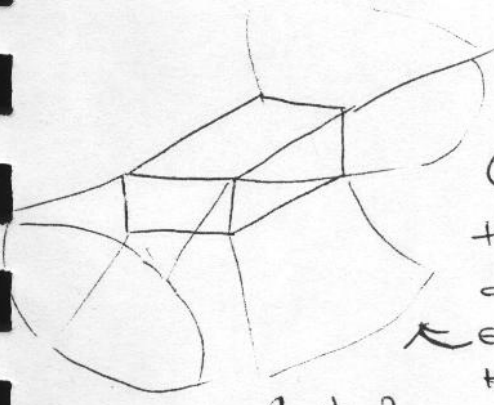
CD светл при "0"

Обезщетяване на амплитудна модулация със CD

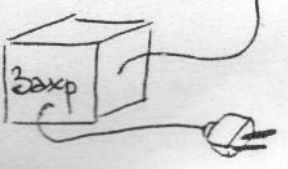
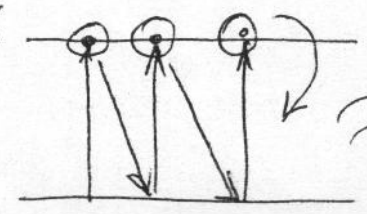
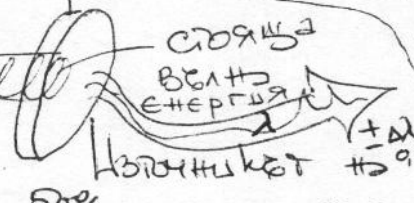
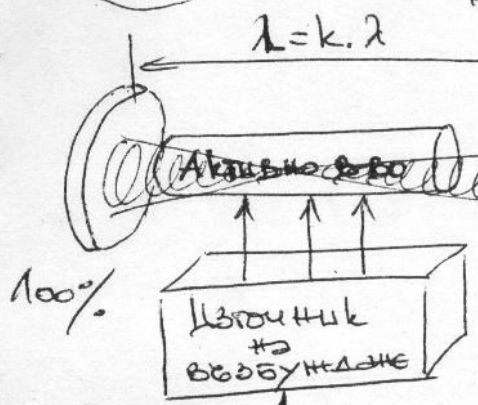
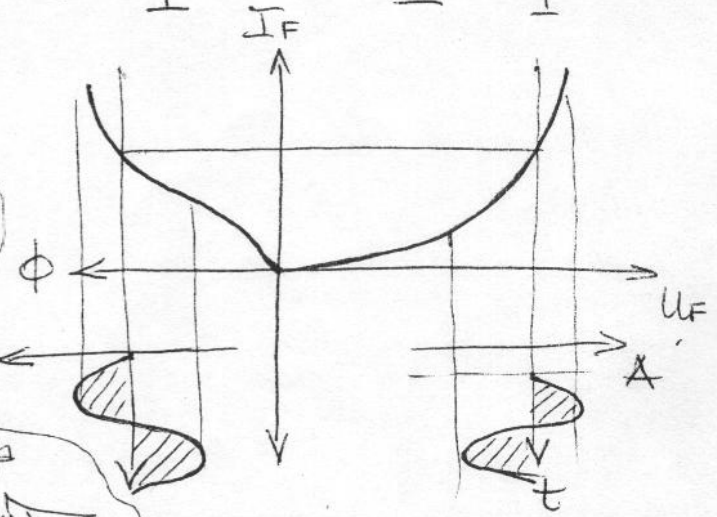


Светодиодите като източници на ем излъчване

Лазерни източници на ем поток



Симулиране на излъчването, а не "електролуминисценция"



като лавина се връщат

Възбуждане трябва да принуди електроните да прескочат заповедната зона. Докато се създаде инверсна концентрация. След което

1. Особенности из лазерного излучения

- строго монохроматично - длина волны и частота λ и ν постоянны $\Delta\lambda = \pm 0,3\text{nm}$
- при определенных условиях когерентно - кратная волна с отр. λ



2. Виды лазеры

- 1) в зависимости от вида активной среды: твердотельные, газовые, жидкие, полупроводниковые

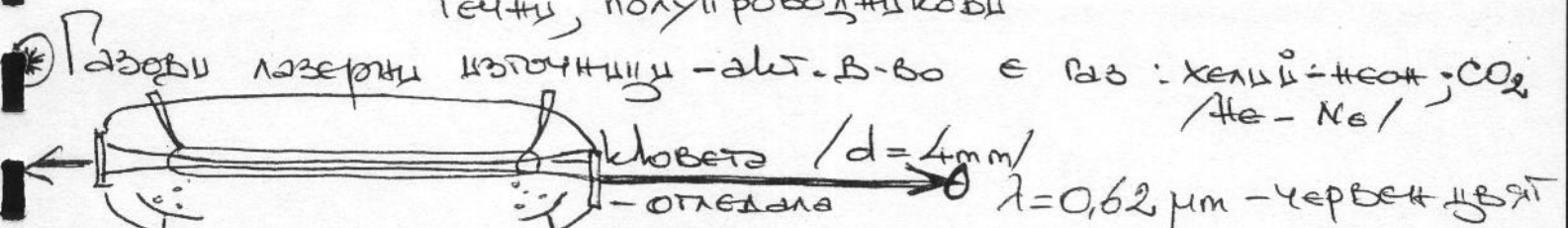


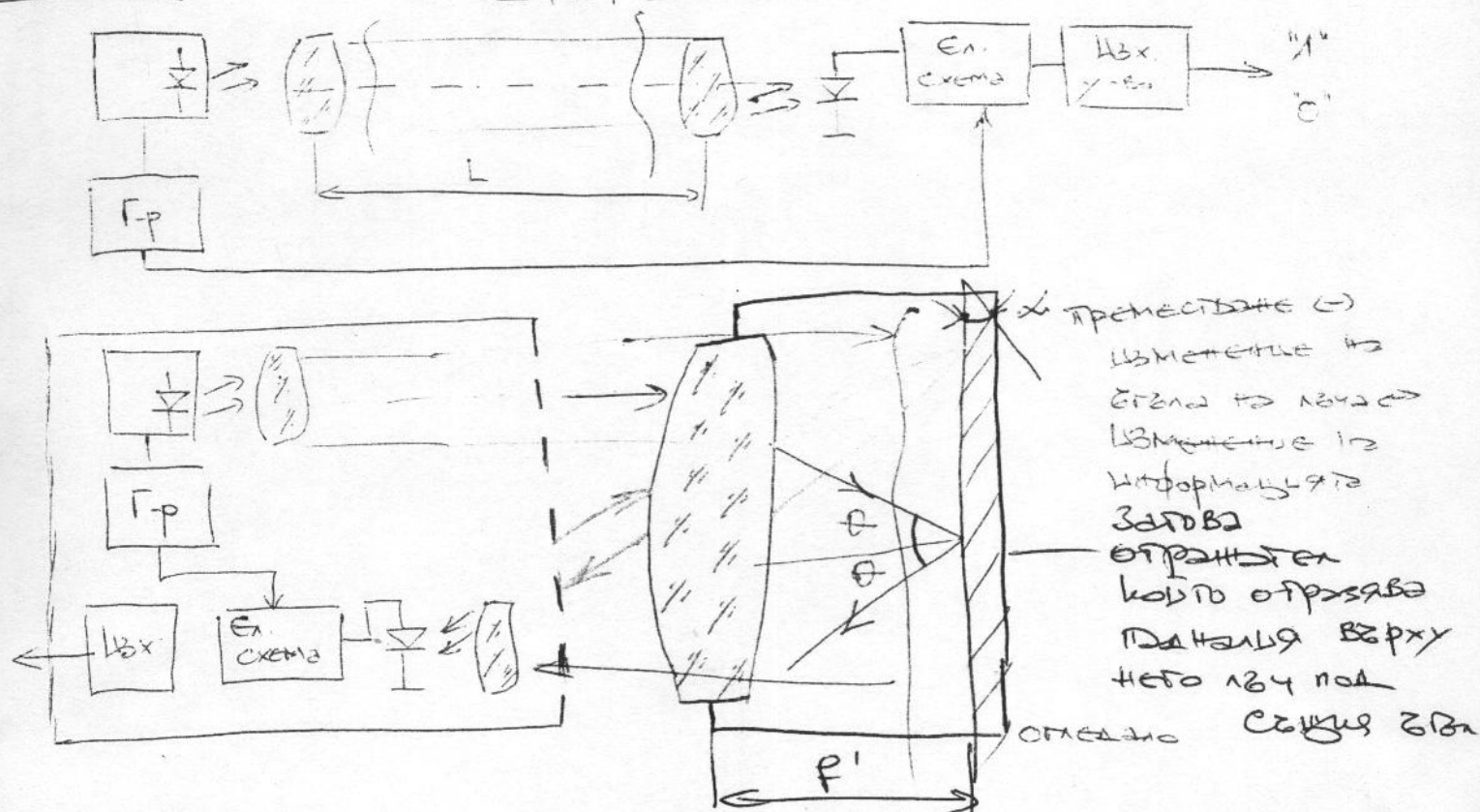
Схема на възбужд.

електрически за източник на възбуждане /посредство ел. разряд от високо U/ газът се йонизира, възбужда се и протича процесът на лазерно излъчване в двете огледала - резонатори

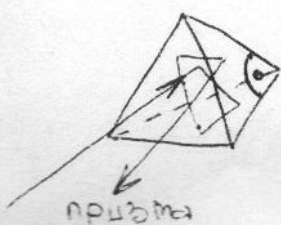
се в ~~металургията~~ металургията, в промишлеността. В импулсен режим не може да предава високи импулси.

16.10.01г.

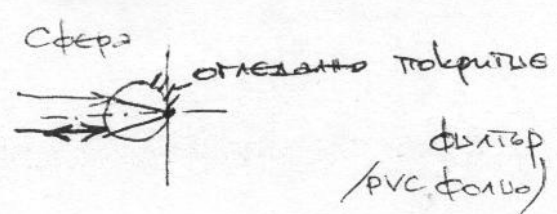
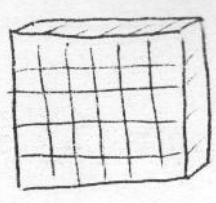
Барьерен датчик



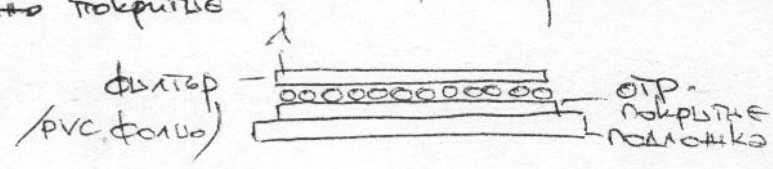
входният лъч влиза успоредно на входния, който е претърпял 6-кратно отражение във вътрешността на призмата. Делта е размерите и да се минимизират зърна и т.с. се използва като трябва изразен



в матрица

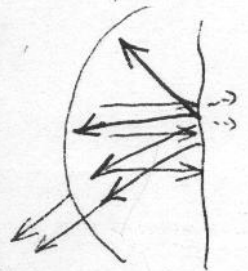


Сферичен
рефлектор



Параметри на датчика от рефлексен тип - работят на малки разстояния; схема в чип - много малки табурети. Използват се в промишлеността; състои се; имат хистерезис, който е свързан - хоризонтален и вертикален

Субстратот се наоѓа во дифузиони



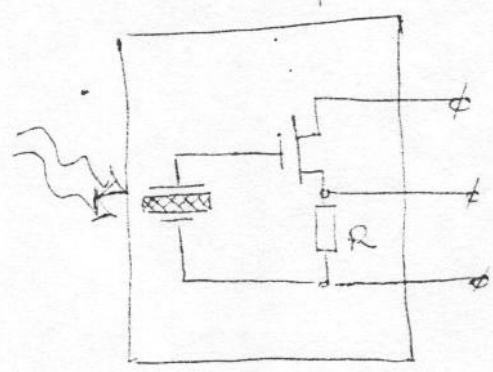
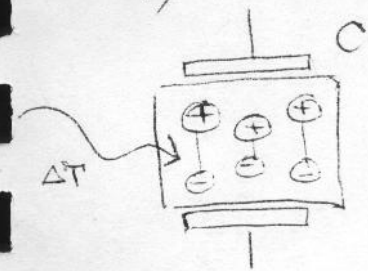
Хелограф та
аркостта

Имя: ИРЕЛЛИ
ГЛАВ: ТАРА МЕЙРУ
Тел: 22 СЕНКА

На изходното устройство се получава сигнал при подаване на ток към лещата на фотодиода. Тези датчици работят на малка дистанция. Служат за охранителни цели, при които е задължително да бъде реторирирано присъствието на обекта. Най-често датчици са, схемите им са по-прости и по-прости, параметри: макс. дистанция /1 м/, хистерезис, черен хистерезис /когато влизат в контакт с датчика и последния събитие/; др.

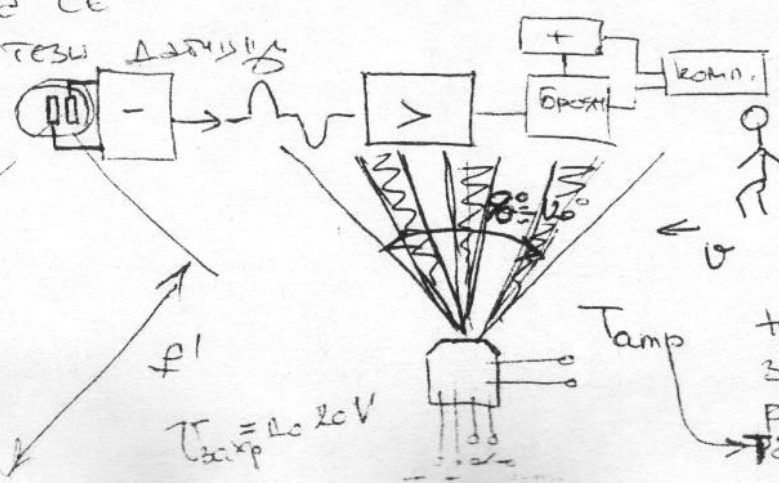
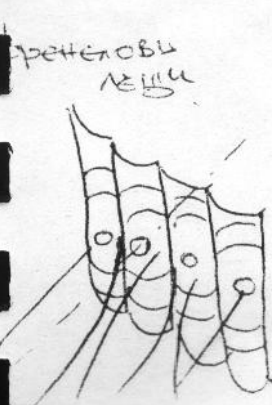
Простая кривая дуги и то же самое присутствие

Използва се пироелектричен фотоприемник от стегнатата керамика, която е с електрическа поляризация, която се възбужда с топлина. Пироел. фотоприемникът се прави в един корпус, обхваща с MOS транзистор



Основеното въздействие
е в диференциалната
област; т.е. са точки
от екстремите участъците
там, където е най-го-
ляма скоростта на
човешка чувствителност
до 14 μm / из човека
въздействие е 10 μm /

Движението на
таграта тук се
задържа от тези дъбели



Умат е бркен
to market, релето е
заборено, когаб детинка
работи
→ тајперет келат
auto protection

16.10.01г.

ОЛНП /1/ -15-

Ключът представя контакът на дълга латинка.

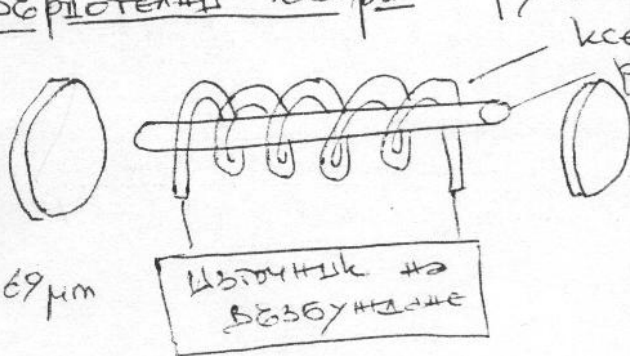
Фирми: Германос; Теби латинци задължително трябва да бъдат херметизирани

Лазерни източници

1. Лазер на CO_2 - лазерът който се използва най-често за техноло- гични цели - рязане, полиране и др. Има няколко kW мощност и мига с, който светят с различна честота.

2. Аргонни лазери

3. Твърдотелни лазери - рубинов лазер /импулсен



ксенонова лампа

Рубинова пречка /d = 5-8 mm; l = 5-7 mm/

4. Активни - лазер

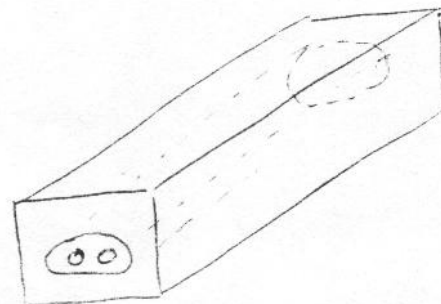
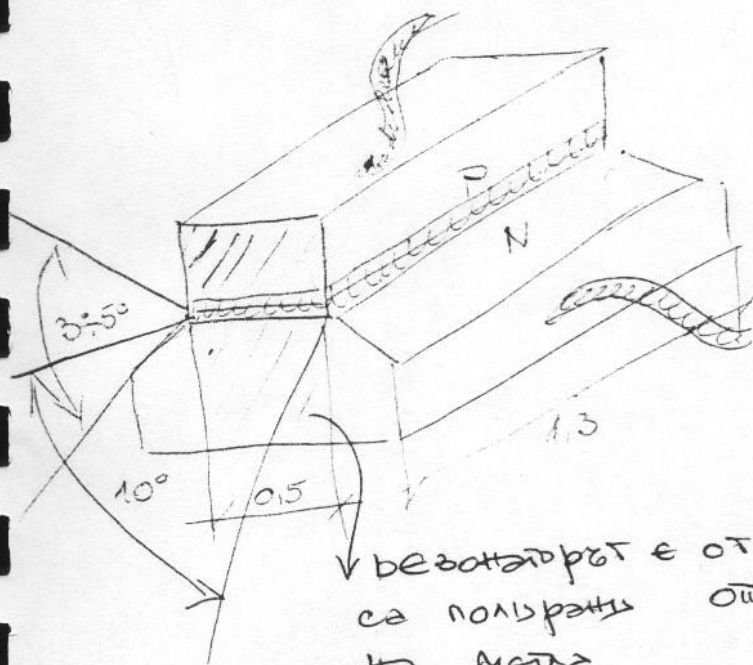
$\lambda = 1,06 \mu m$, излъчва много

квеси импулси. Приложение

всв военна техника,

лазермерна и измервателна техника

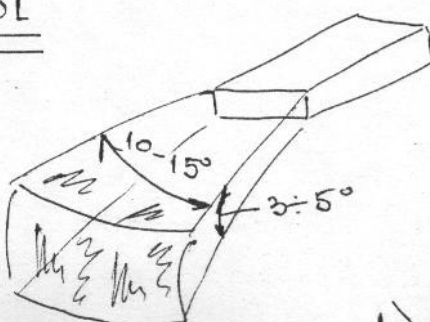
Лазерни инжекционни диоди, полупроводникови лазери



Активното вещество е самият PN преход. При пропускане на ток този ток е възбуждаващ ток $\Rightarrow$ повишаване на енергията на PN прехода

В резонатор е от прелинте и задните накла, които са полирани оптично. Излъчването е във вида на мига

23.10.01

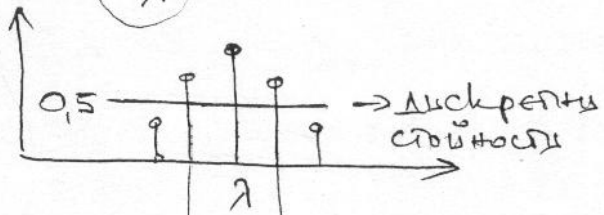
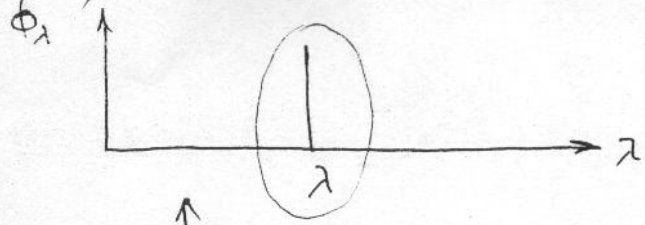


Колкото е по-дълъг резонатор по дължината, толкова е по-малко разходимостта му.

Фотометрични свойства. Оптични параметри

1) Дължината на вълната λ - пряка зависимост от ширината на 33

2) Полуширина на спектра на излъчване $\Delta\lambda_{1/2}$

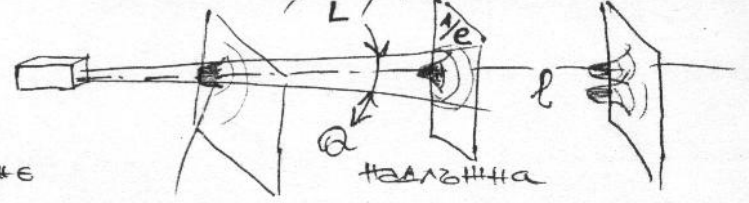


разходимост на спектра на излъчване

3) Поток/мощност/на излъчване: енергия в единица време, излъчена от сечения източник

4) Пространствено разпределение на излъчвания поток

* модала структура на излъчване



максимум на енергията

Един максимум $\rightarrow$ едномодало излъчване

Два максимума $\rightarrow$ двумодало; може да бъде напречно и надлъжно

За лазерното излъчване не може да бъде използвано излъчване с интензитет!!! $\rightarrow$ яркост: интензитет, разделен на площта на източника

2 моща не е известна, защото

а - дъл на разходимост на жива $1/e$

лазерните източници излъчват вътре от обема.

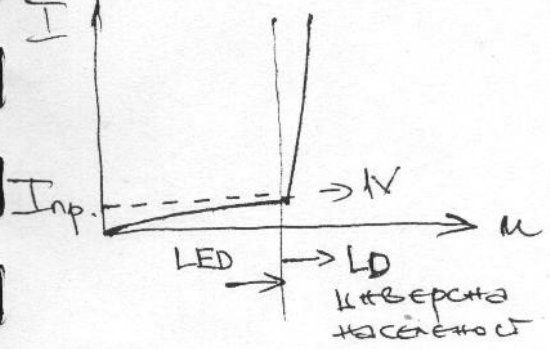
5) Енергия - за краткия импулс, ако е непрекъсната, W, kW

Електрически параметри на полупроводниковите лазерни източници

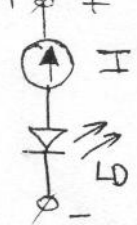
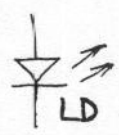
лазерни източници

За тези, които не са ни те зависят от материала.

1. Прагов ток, при който настъпва лазерно излъчване $\times 1 \text{ mA} \div 100 \text{ mA}$

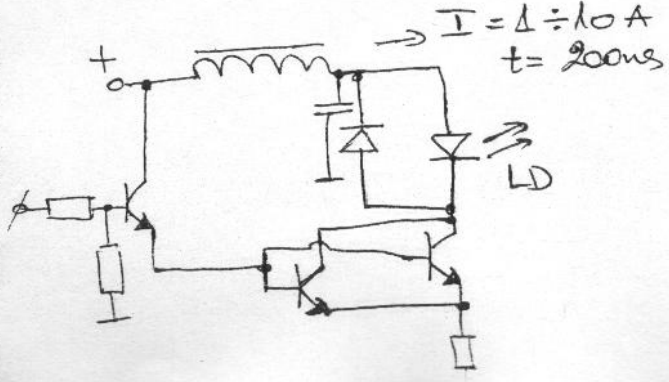


Схеми на свързване на лазерни диоди



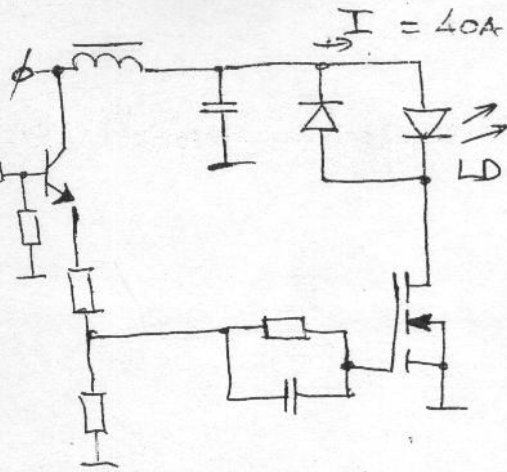
Използват се в ключови и импулсни схеми

При лазерните диоди е необходимо протухането на много по-силен ток от $\sim 30 \div 40 \text{ A}$. Това се използва като ключов елемент MOS транзистор.

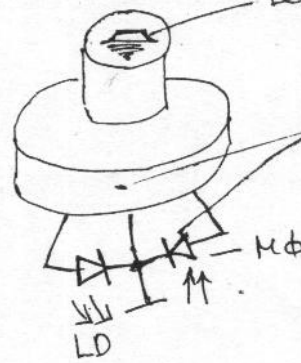


23.10.01г.

ОЛҮП /А/ -17-



В един корпус вод излъчващата структура има фотодиод - монитор

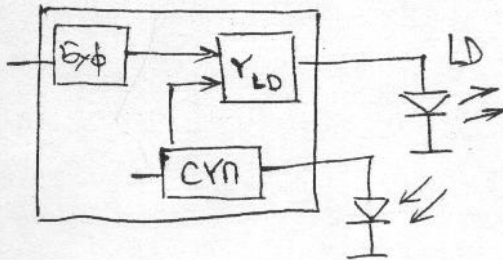


СУП - схема за управление на потока (оптична СВ)

Y_{LD} - управление на LD

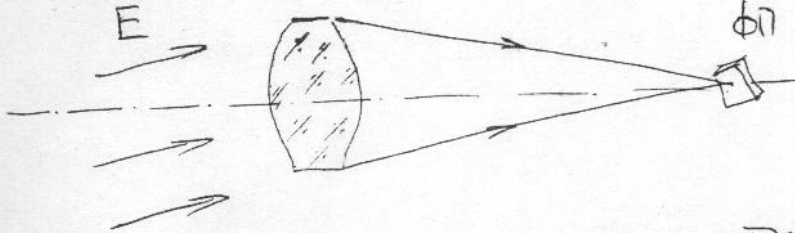
БДФ - входни буфери

$\Phi_{LD} = const$



ОПТИКА И ОПТИЧНИ ПАРАМЕТРИ

Коефициент на оптично усилване



$$K_{opt} = \tau_{об} \frac{S_{об}}{S_{фд}}$$

$S_{об}$ - площ на обектива

$S_{фд}$ - площ на фотоприемника

$\tau_{об}$ - коефициент на пропускане на обектива

$$S_{фд} = 4 \text{ mm}^2$$

$$d = 40 \text{ mm}$$

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} = 400 = K_{opt}$$



Основни термини на една оптична система

H, H' - главни плоскости

F, F' - фокуси

$\rightarrow +$

$\leftarrow -$

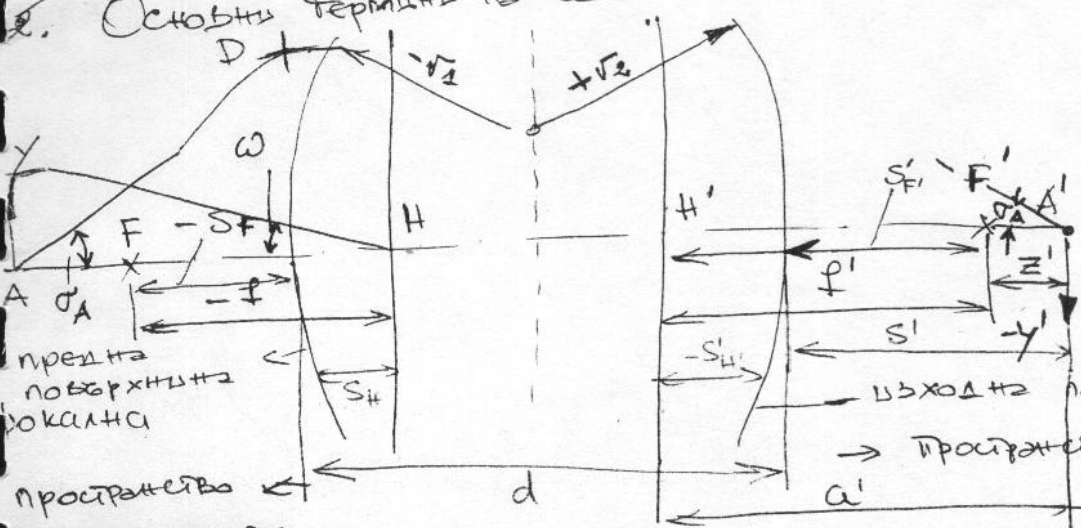
F - фокус преден

F' - заден фокус

S'_f - фокусна отсечка

изходна повърхност

$\rightarrow$ пространствено на изобразяване



Във фокуса попадат лъчи || на оптичната ос
Лъчи, които са || с ос и на себе си попадат във фокусната равнина.

σ_A - апертурен ъгол

ω - ъгълово поле на зрение на оптичната система в обектното пространство

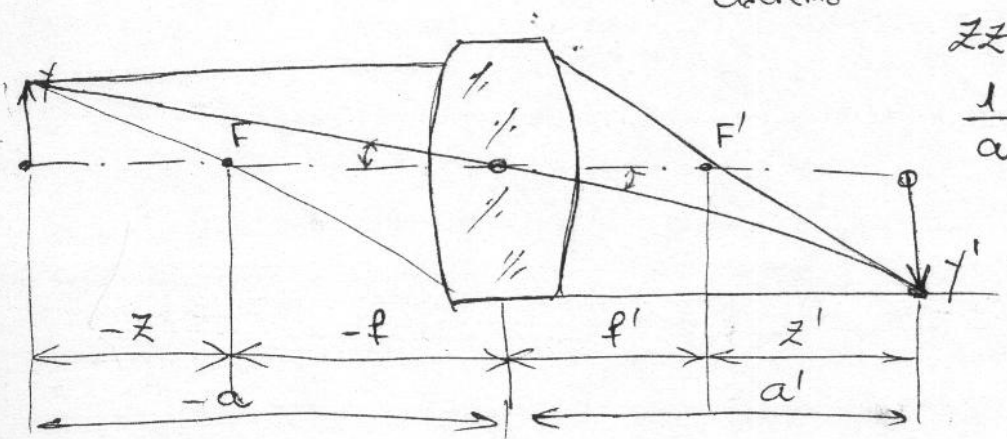
D - диаметър на оптичната система - най-голямото разстояние, през което могат да влязат лъчите

$\frac{D}{f'}$ - относителен отвор

Увеличение на оптичната система $\beta = \frac{y'}{y} = \frac{a'}{a}$ (1)

$$zz' = -f^2 \quad (2)$$

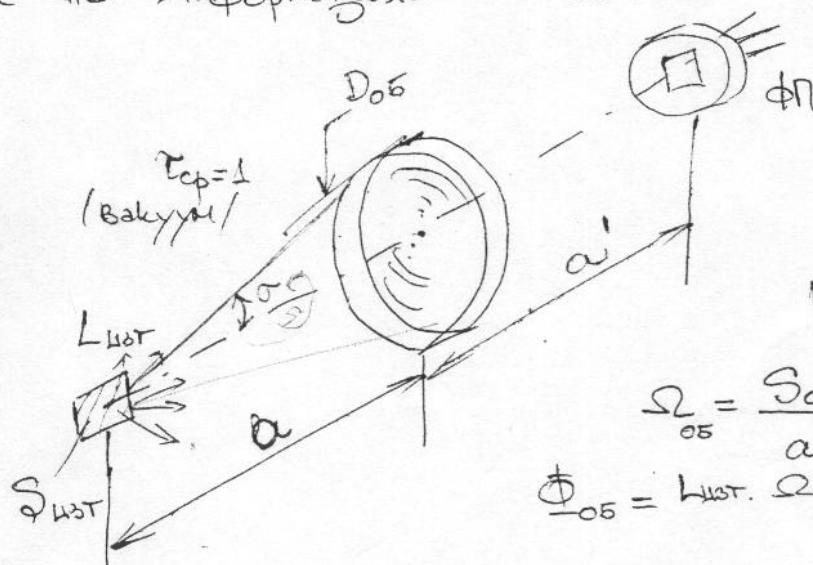
$$\frac{1}{a} - \frac{1}{a'} = \frac{1}{f'} \quad (3)$$



3. Основни оптични схеми

(1) $\beta = 1$, $a = 2f'$ - обръщателна система

Представяне на информацията от оптична система



$$\Phi_{\Phi n} \rightarrow i_{ph}$$

$$i_{ph} = f(L_{ист})$$

$$\sigma < 15^\circ$$

$$\text{tg } \sigma = \sin \sigma = \sigma, \text{ rad}$$

$$L_{ист} = \frac{\Phi_{ист}}{\Omega_{об} S_{ист}}$$

$$\Omega_{об} = \frac{S_{об}}{a^2} = \frac{\pi \cdot D^2}{4a^2}$$

$$\Phi_{об} = L_{ист} \cdot \Omega_{об} \cdot S_{ист} = L_{ист} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4a^2} \cdot S_{ист} \cdot \tau$$

$$= \Phi_{\Phi n}$$

При точков източник имаме само пространствен отвор, т.е:

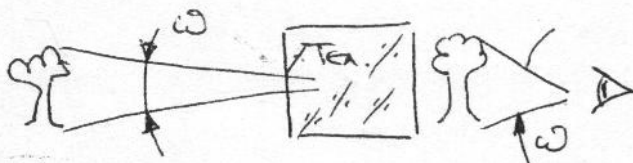
$$\Phi_{\Phi n} = I_{ист} \frac{\pi \cdot D_{об}^2}{4a^2} \quad (4)$$

Пример: $\tau_{ср} = 0,5$; $a = 1000 \text{ m}$; $D_{об} = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$

Изчисленията по (4) са: $\Phi_{\Phi n} = I_{ист} \cdot 15 \cdot 10^{-9} = L_{ист} \cdot S_{ист} \cdot 15 \cdot 10^{-9} \text{ W}$

Това - част използвани оптични схеми

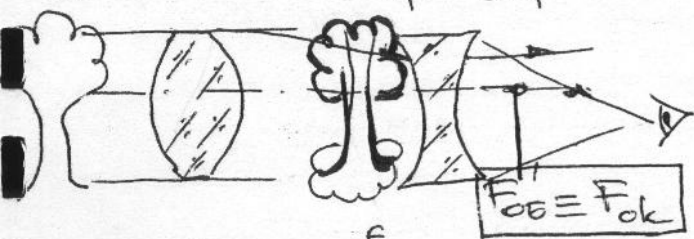
1. Телескопични системи - позволяват да се увеличи видимият ъгъл към предмета



I в2 система: Кеплер?
II в2 система: Галилей

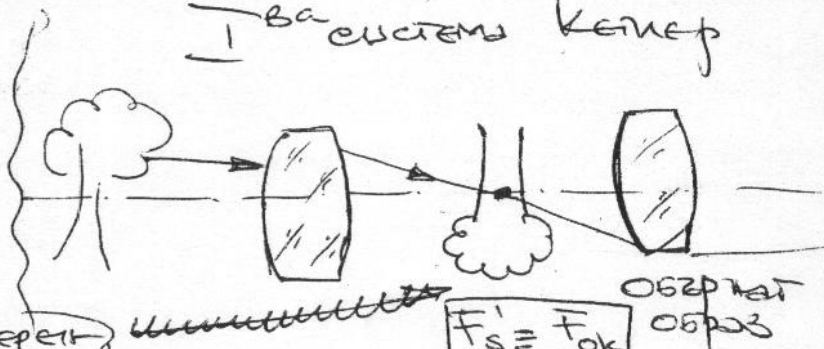
$$\Gamma^* = \frac{f'_{об}}{f'_{ок}}$$

II в2: Обективът е от положителна леща, а окулярът е от отрицателна леща **прав образ!**



Образът не е обрнат, използват се виртуален

Предметът е то голямо разстояние при тези системи



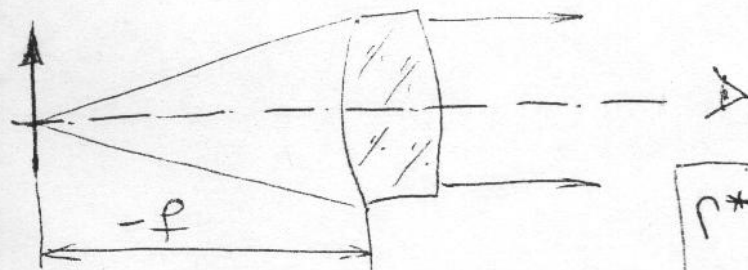
Обрнат образ
Необходима е сбръщане

Обективът и окулярът са от положителни лещи

Обективът е във фокалната равнина или близо до нея
 f' , mm - фокусно разстояние

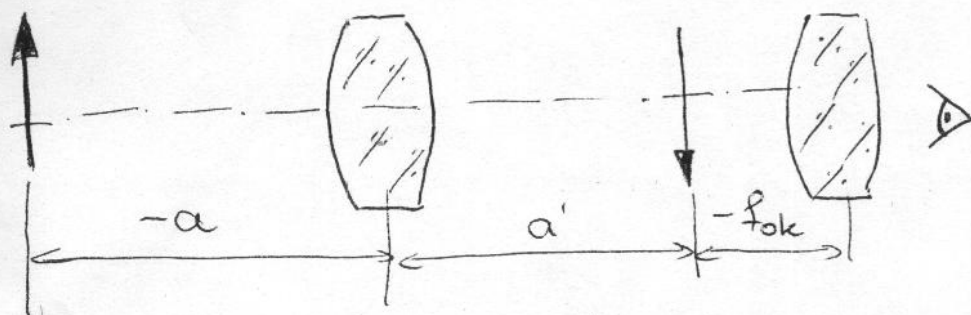
2. Микроскопи. Лупи - предметът е във фокалната равнина или близо до нея

1) Лупи

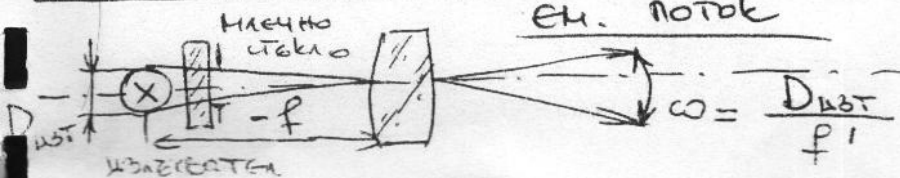


$$\Gamma^* = \frac{250}{f'}$$

2) Микроскоп

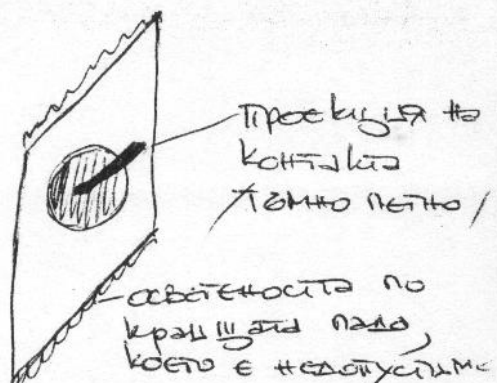
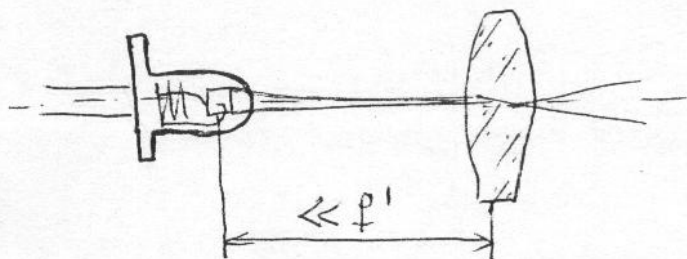


3. Оптични схеми, свързани с приемници и излъчватели на ел. поток

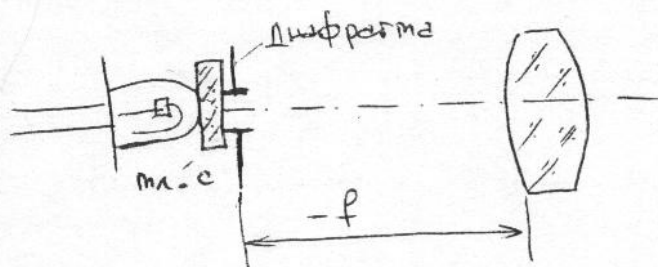


Ако излъчвателът е леща с диаметър $D_{ист}$, то в

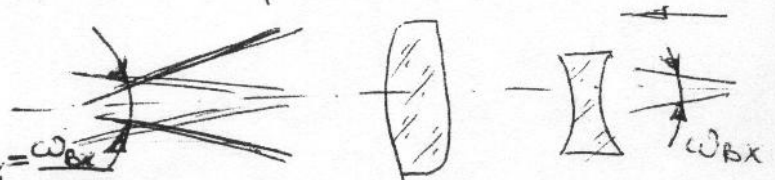
Излъчването има места с по-малка и места с по-голяма интензитетност. Горят се лампи с много малък коеф. на излъчване. Може да се постави млечно стъкло пред източника, което хомогенизира неговата повърхност.



За получаване на равномерно светещо петно и излъчване равномерно във всички точки се поставя хомогенизатор и дифракта

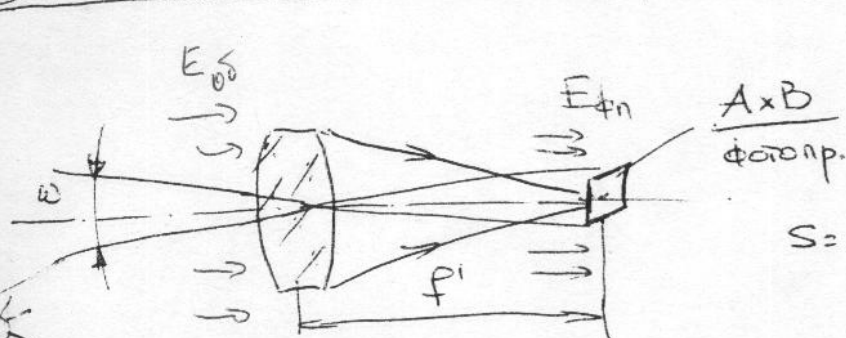


При източник лазер, излъчване то на оптична система трябва да промени ъгъла на разходимост



Използва се системата на Галилей, при нп лазер се поставя леща за формиране на лъча. Лазерът излъчване елизи от към изхода на телескопичната система

Оптични системи с фотоприемници



$$\omega_A = \frac{A}{f'}$$

$$\omega_B = \frac{B}{f'}$$

$$S = 1 \text{ mm}^2$$

$$D = 20 \text{ mm}$$

$$\Phi_{фн} = E_{фн} \cdot S_{фн}$$

$$\Phi_{опт. с-ма} = E_{фн} \cdot S_{опт. с-ма}$$

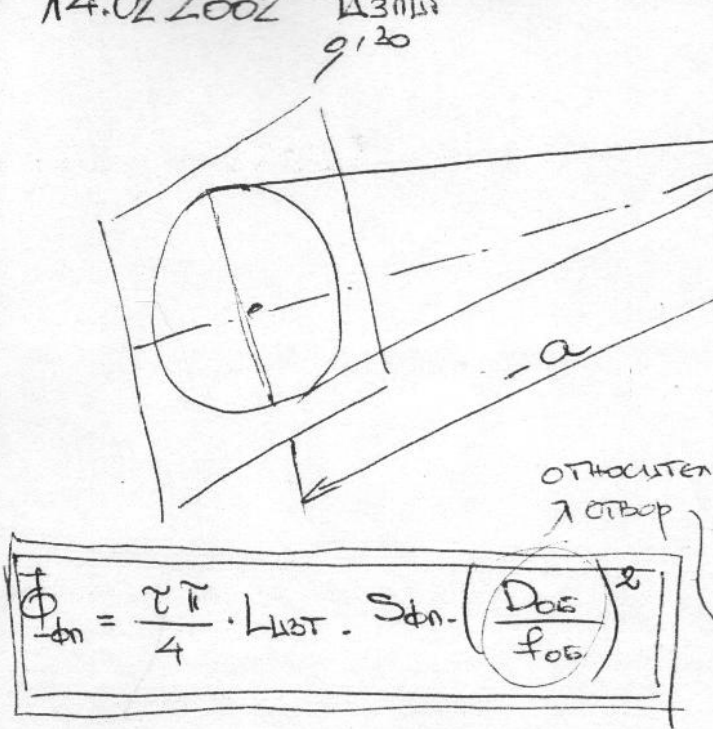
на това място няма да се получи фотоприемник. Бглого поле на зрение - дава предпоставка за взмонтажно разп. на източника от който фотопр. въ получи ел поток.

$$\Phi_{фн} = \tau_{опт. с-ма} \Phi_{опт. с-ма} = \tau \cdot E_{об} S_{опт. с-ма} = \tau E_{об} \frac{\pi D^2}{4}$$

Източник, заремащ - измото поле на зрение

14.02.2002 Изпит 9/20

6.11.01г. ОХП/М -21-



относителен λ отвор

$$\Phi_{\text{об}} = \frac{\tau \pi}{4} \cdot L_{\text{изт.}} \cdot S_{\text{фн.}} \cdot \left(\frac{D_{\text{об}}}{f_{\text{об}}} \right)^2$$

$$\Phi_{\text{фн}} = \frac{\tau \pi}{4} L_{\text{изт.}} S_{\text{изт.}} \frac{D_{\text{об}}^2}{a^2}$$

→ Δава претстава колко е светлосилен съответният обектив

$\frac{a}{a'} = \frac{d_{\text{фн}}}{d_{\text{изт.}}}$
 $\frac{S_{\text{фн}}}{S_{\text{изт.}}} = \frac{a^2}{f^2}$

$\Phi_{\text{фн}} = ?$
 $a \gg f'_{\text{об}} \Rightarrow$
 $\Rightarrow a' = f'$

Оптични компоненти

1. Оптични конденсори - служат за трансформация на образа от едно място на друго място

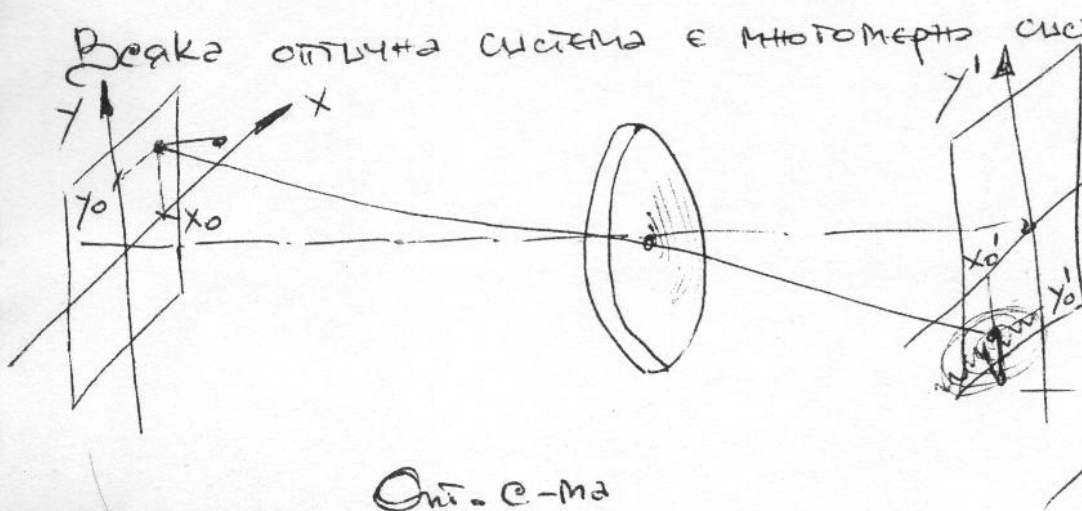
Оптични филтри

Оптичните филтри се разделят на: абсорбционни, интерференчни / в комбинация с лазерните източници /, поляризационни, неупорядочени / предназначени да тямат ел поток /

Оптични материали: стъкло, кварц, по-рядко пластмаси и полимери

20.11.2001г. Формиране на изображение от оптични компоненти при некохерентно излъчване

Всяка оптична система е многотермна система

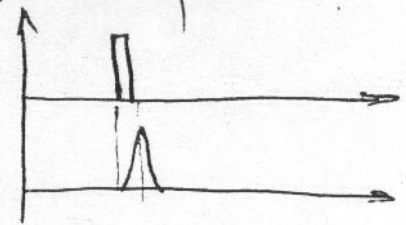


Пътят на $\vec{r}$ при светеща точка

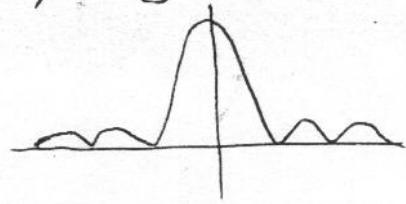
Опт. е-ма

δ-функция с координати (x_0, y_0) > безкрайна яркост

В зависимост от предавателната x -ка може да се получи "размиване" на импулса



Функция на Шри

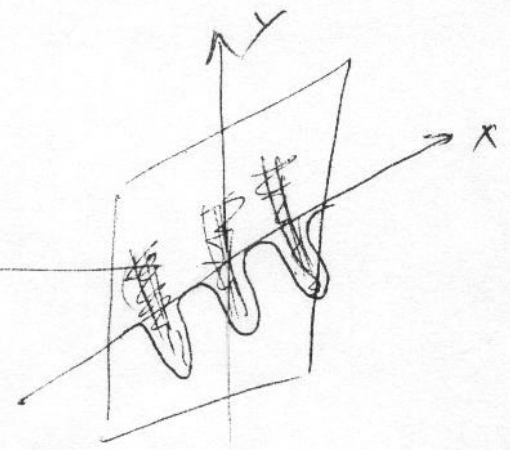
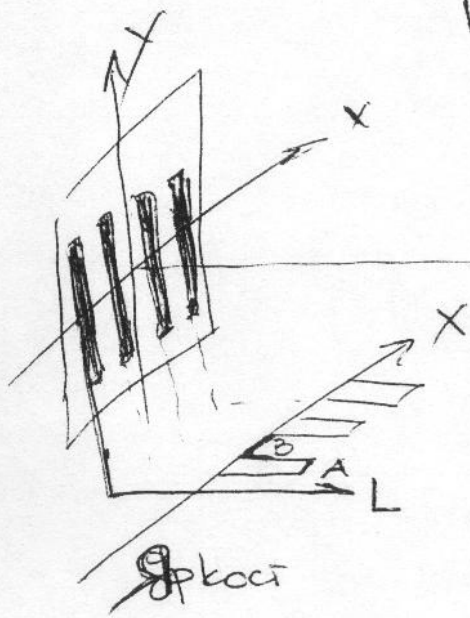


Лаченето е суперпозиция от вълните на излъчването, които се наслагват със

различни забавения. Този недостатък се нар. физически лимит и се опр. от габарита на ант. с-ма. Стременият е размиването да бъде минимално. Този ф-я, разложена в ред на Фурье дава оптичката предавателна ф-я, която се състои от ф-я на предаване на амплитудата и ф-я на предаване на фазата $\rightarrow$ съответно честотно-контрастна x -ка $\rightarrow$ с какво качество се предават елементи с-м във вид на

контраст:

$$C = \frac{L_A - L_B}{A_A + L_B}$$



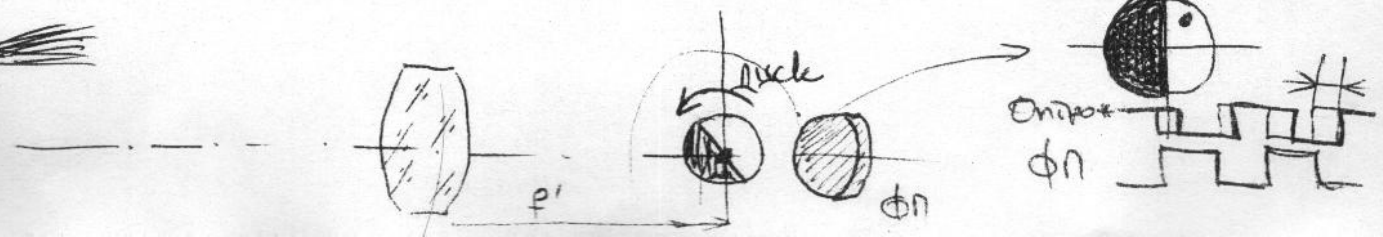
В изображенията има размиване и следите на контраста

Модулация на оптичното електромагнитно излъчване

Модулация е процесът при който върху някой от прите на ел излъчване се прилага деформационна окръжка

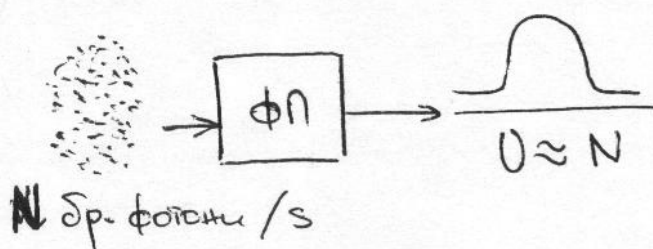
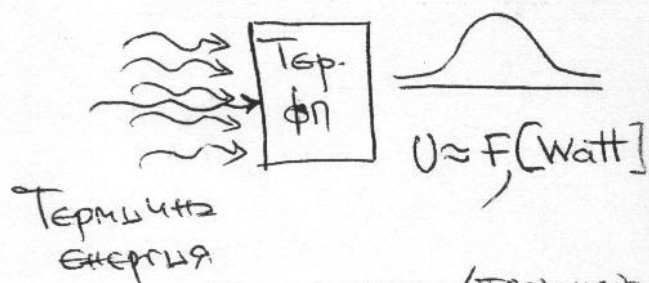
Демодулация - процесът, при който се сваля информацията, заключена в някой от параметрите

ЛВМС



Приемници и оптично излучване

У-во, което преобразува инф. от ел. излучване в инф. която се съдържа в ел. сигнал, който по-нататък се обработва. В/у реалния фп се налагат и шумове, той има изборителност и по време.

Типове фотоприемници /фп/I. Фотонни фпII. Термични фпПараметри на фп

1. Параметри, които х-рат чувствителността

- интегрална
- монохроматична
- коэф. на чувствителността

Това са болометри /термистори, които изх. е $\sim$ на t° на задръжане в състояние на потенциална енергия/

2. Правни параметри

- правен поток - произвежда сигнал, който е разбит на собств. и на шумове

$$i_{\text{шум } 3\sigma} = 1 \text{ nA} \quad /3\sigma - \text{средноквадратично}/$$

$$R_{\text{ph}} = 0,5 \text{ A/W} \quad /\text{чувств.}/$$

$$\text{Фпрат. поток} = ?$$

$$\text{Фпрат} = \frac{1 \text{ nA}}{0,5 \text{ A/W}} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ W}$$

3. Времени п-ри

- постоянната на време τ
- гр. честота на модулирането

4. Спектрални п-ри

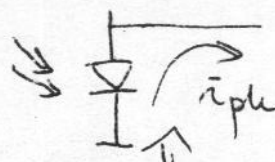
- λ_{max} , λ_{min}

Коэф. на използване на ел. поток

Каква част от излучването произвежда реакт. с ел. в/у фп. Необходимо е предварително опре-

деление на сл. от даден фп с ~~с~~ опр. спектрална чувствителност

$$i_{ph} = \int_{\lambda} R_{ph}(\lambda) \cdot \Phi(\lambda) d\lambda \quad E(\lambda)$$



$$\Phi = E \cdot S_{ph}$$

$$S_{ph} = A \times B$$

$$R_{ph}^*(\lambda), \Phi^*(\lambda) = \Phi$$

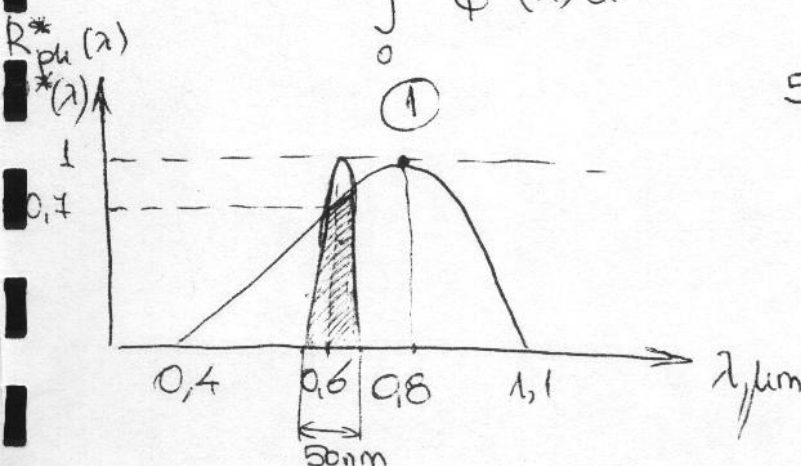


$$i_{ph} = R_{maxph} \cdot \Phi_{max} \int_0^{\infty} R_{ph}^*(\lambda) \Phi^*(\lambda) d\lambda$$

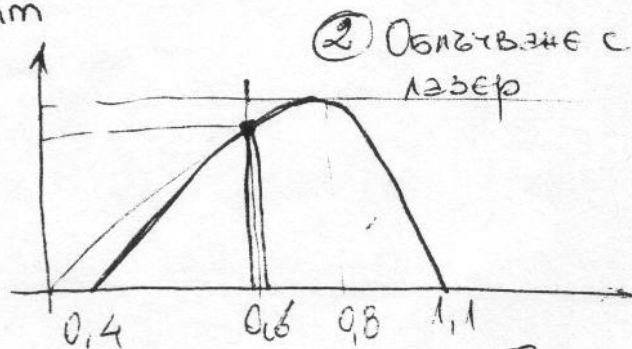
* - относителни равнини

Коефициент на използване на потока:

$$\eta = \frac{\int_0^{\infty} R_{ph}^*(\lambda) \Phi^*(\lambda) d\lambda}{\int_0^{\infty} \Phi^*(\lambda) d\lambda} \quad (\text{к.п.д.})$$



① Облъчване с червен CD 50nm



② Облъчване с лазер

Ако осветеността е 500 lx , а R_{ph} е зададена в A/W , как ще бъде пресметнат относителният излъчвателен отклик в съответствие

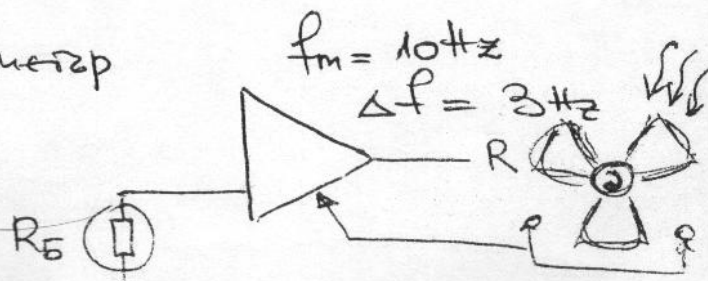
$T_{un} \text{ в } T = 4800^\circ \text{K}$ - ултравиолетов облъчване
 $T_{un} \text{ в } T = 6500^\circ \text{K}$ - инфрачервено облъчване

за контролране на фл.

$T = 1370 \text{ K}$ } за инфрачервения облъчване / термичен, бавен
 $T = 500 \text{ K}$ } непрекъснато трябва да се променя излъчвателен поток /

(1370K, 10, 3)
 честота лента
 на модулация

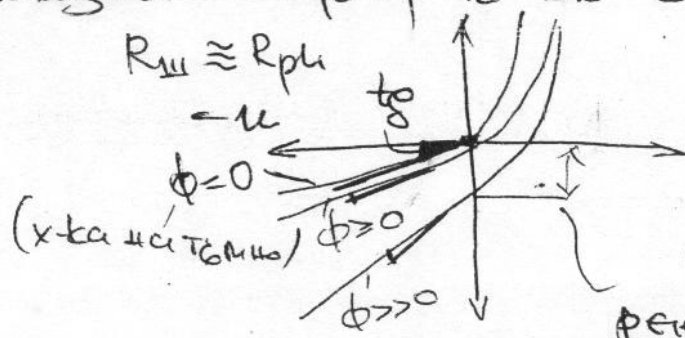
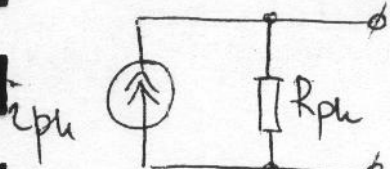
Необходима е дигитална обработка на сигнала



20.11.2008.

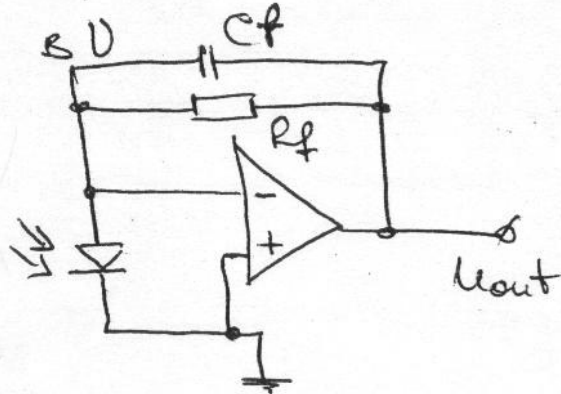
ОЛУП /1/ -25-

Фотодиодът е всъщност генератор на ток с много голямо R_{sh}



R_{sh} е тангентата на x-ката в дадена точка $\rightarrow$
 $\rightarrow t_0$
 $\uparrow R_{sh} \Rightarrow$ по-добре работи на к.с. $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ Изменение на тока $\Rightarrow \Phi D$ е включен като преобразувател



$$R_{bx} = \frac{R_{of}}{R_f + 1}$$

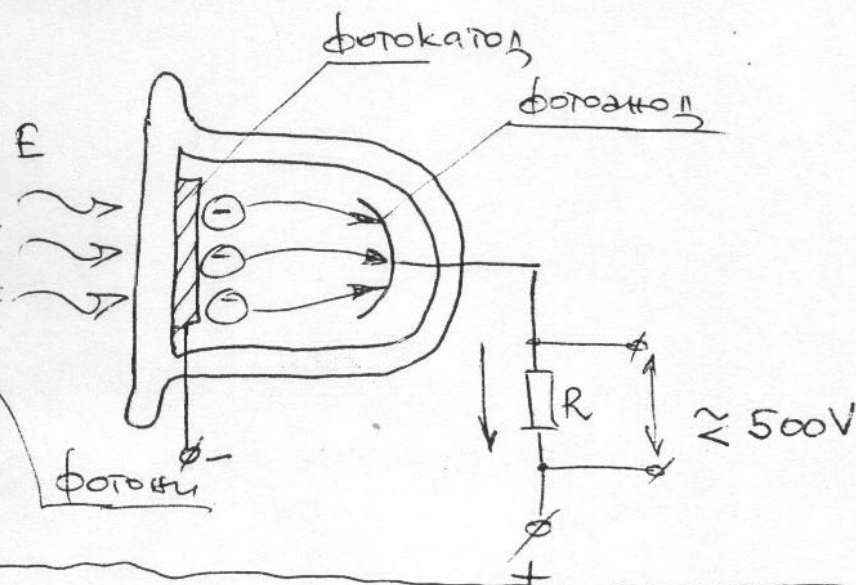
За холните токове трябва да бъдат min $\rightarrow$ ОУ с ПТ, MOS-три
 OP0727, LF356, CA3130

Фотоприемници на базата на ²H или ³H детекцион фотоэффект

Първото условие е най-важното, трябва да има $\uparrow A_{ex}$ и

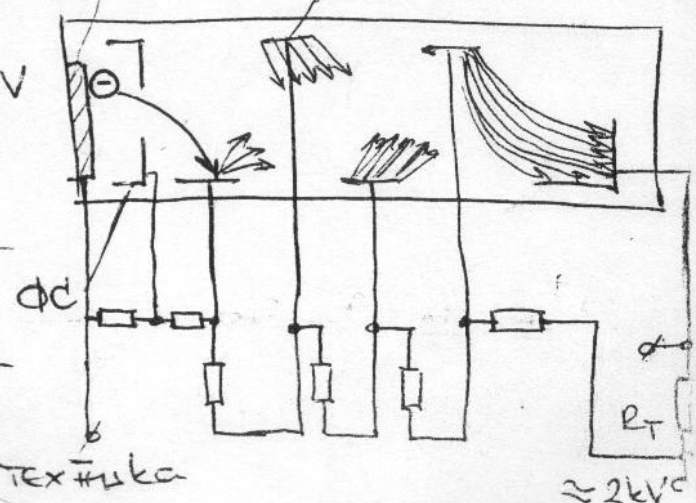
$\downarrow$ шум min.

Получаване на реакция при облъчване на даден M-л, вследствие на попаднатите фотони, които избиват електрони



Фотоелектронни умножителни тели

Ниска чувствителност на фотоприемниците и затова фотокатод Φ и анод



ФЕ-фокусираща система

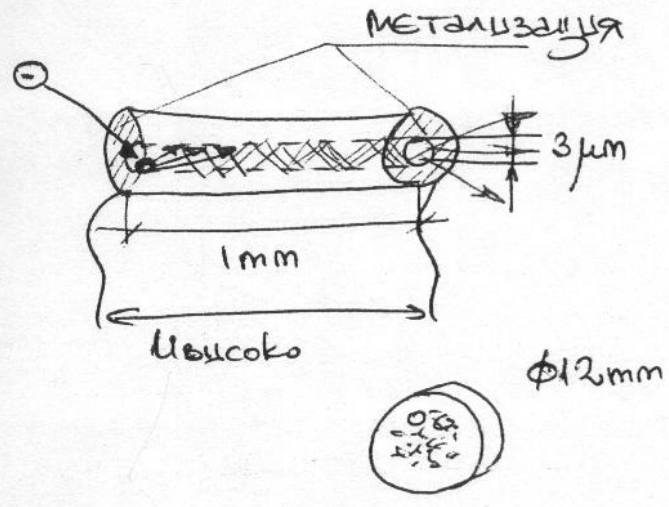
В момента това е най-чувствителните ФП $\rightarrow$ в прецизна измерителна техника, в космоса, в медицинската техника

Неполаток, температурен шум

Фирмата Hamamatsu е света фототех. Но чип с много висока цена

27.11.2001г.

Микроканални умножители



Изисквания към захранването и особености към схемите на ел. фотумножители

$$U(x100V \div xkV)$$

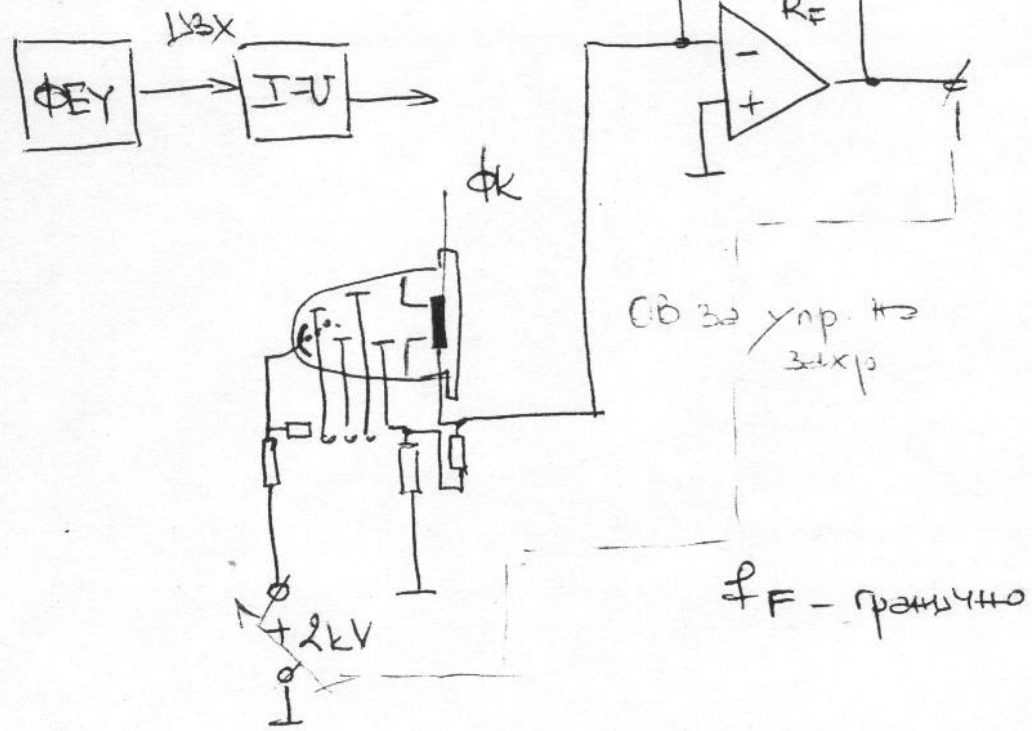
K_u и бр. на избитите електрони зависят от $U_{зехр}$

- 1) Свободност на $U_{зехр}$,
- 2) Минимални пулсации

Регулиране на ток през транзистор в чийто колектор е включен блокът на трансформатор. Поемания преобразува в високо напрежение. Филтрите, които участват след трансформатора са изпълнени с транзистори.

Фотоел. умн. работят в две форми:

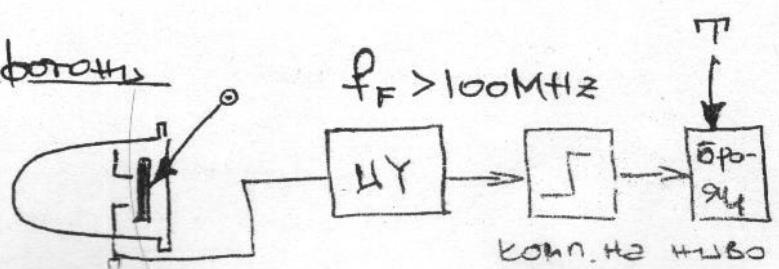
- 1) Генератори на ток



f_F - гранично

- 2) Режим на броне на фотони

ЦУ-импулсен усилител



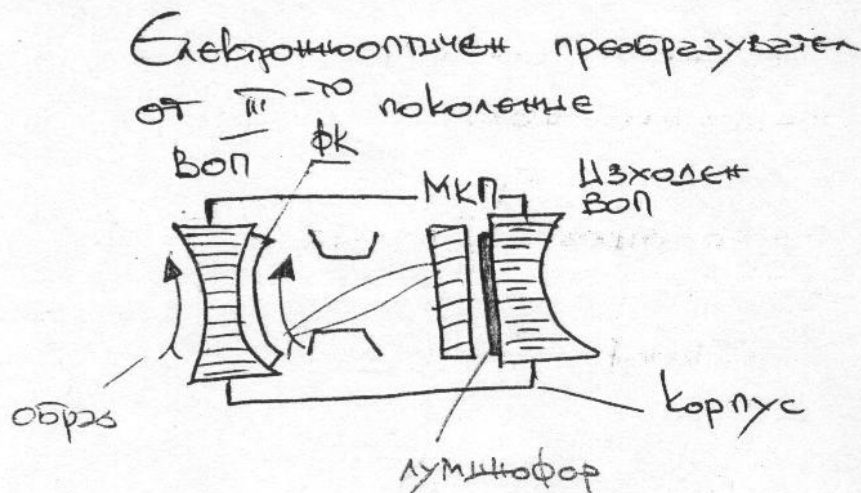
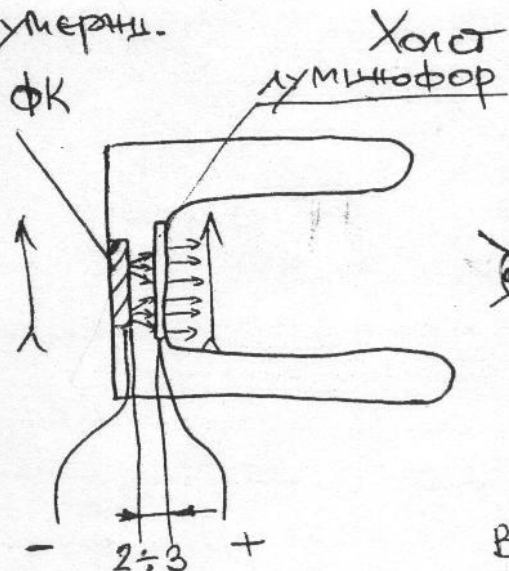
27.11.2001г.

ОЛПМ/ -27-

Усилвателят трябва да бъде широкопослосов, за да осигу-
рва честотната лента от 100MHz.

Електроннооптични преобразуватели /ЕОП-и/

Тази категория ФП е на базата на външен фотоэффект,
който информирация върти двоично преобразуване, т.е. те са
двоични.



Воп - вакуумнооптичен прозорец
ФК е твърдостен и е на материал от
тип Sr и Ca

МКП - микровълнов пластини

Схемно решение с 15-20 MOS транзистора, които осигуряват
високото γ

Система за автоматична защита по ток

Работят при тежки условия, защото нивото фотокатода се
изпарява.

Цялата схема е реализирана на базата на MOS транзистори,
защото се управляват по напрежение /малка консумация/

Използват се в приборите за мощно излъчване /излъчва-

тели, прицели и др./

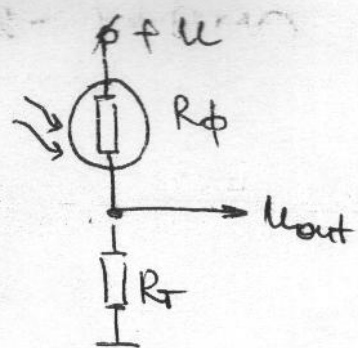
Усилвател на яркост;

Фотоприемници на основата на външен фотоэффект

Вследствие на потенциалния си поток се променя про-
водимостта на материала $\rightarrow$ фоторезистори

Основна схема за снемане на сигнал $\rightarrow$

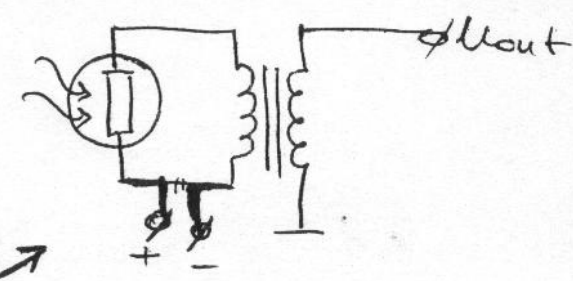
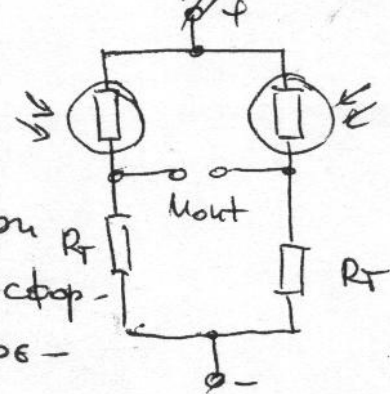




$R_{T\phi} - R$ на точно и има връзка с температурно сътр. $R_T = \frac{R_T}{1,5}$

Ниска чувствителност, бавни са, силно зависими от температурата $\Rightarrow$ мостова схема

По-добра t° чувствителност

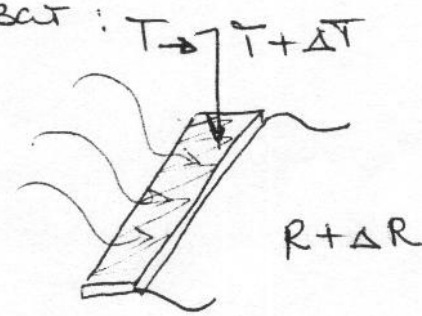


Схемите на сигнал от нискоомни фоторезистори R_T Включване през трансформатор, през който преминава само променливата съставка ΔR с голем коэф. на усилване

Биометри - фотоприемник, който е фоторезистор, който пак променя съпротивлението си в зависимост от температурата и резистивния слой. Биват:

- метални
- полупроводникови

и са инфрачервени фп $15 \div 20 \mu m$

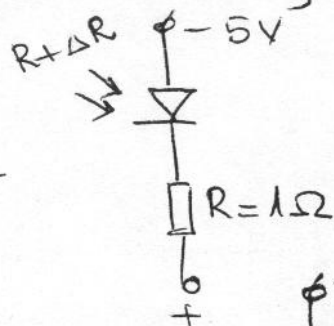
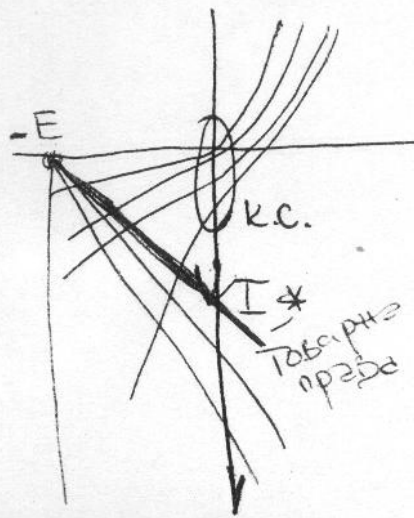


Фотодиоди

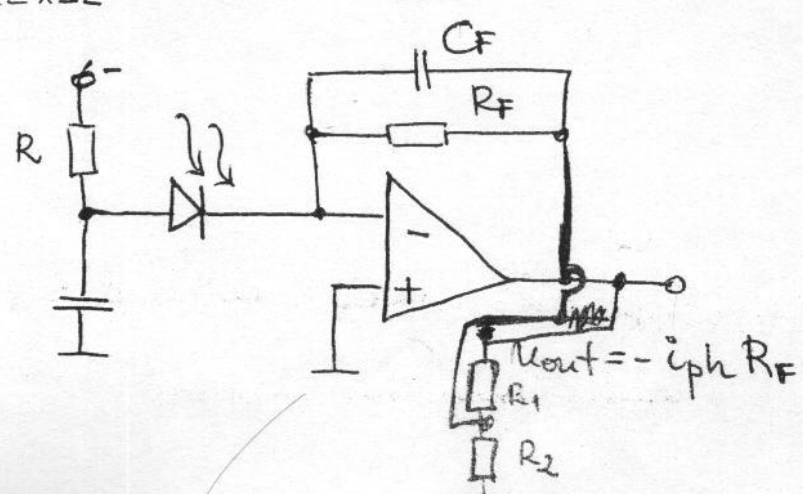


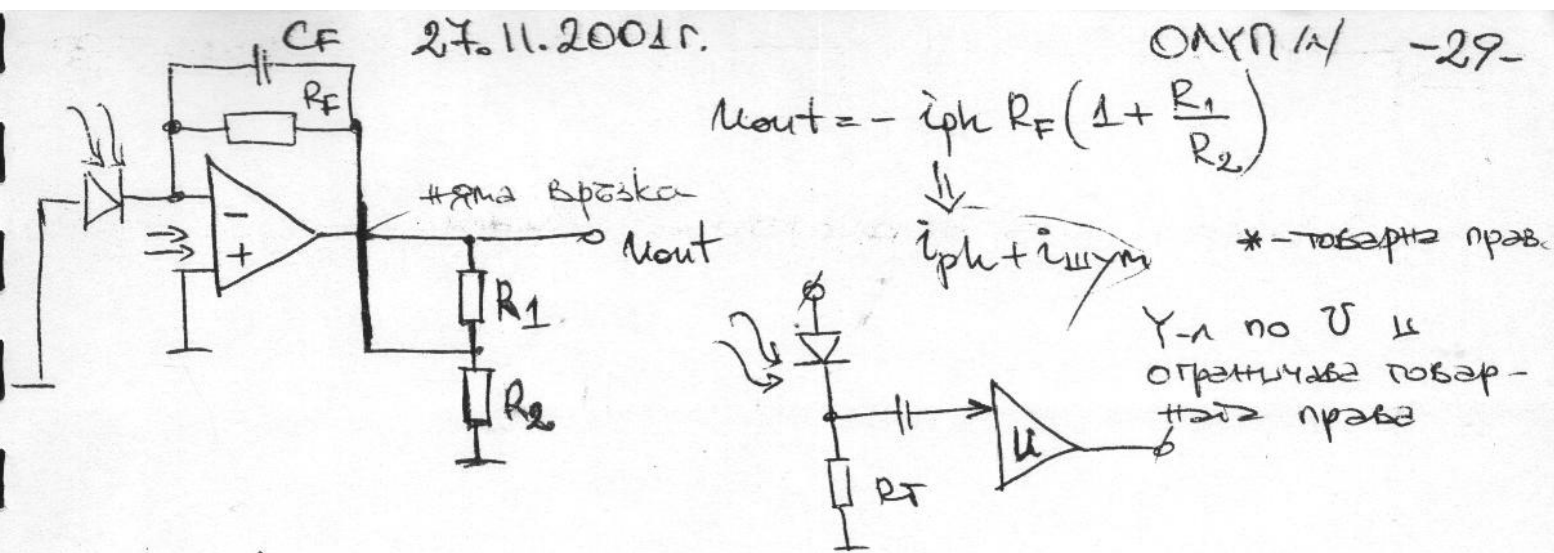
Ост. п-р: Шунтово съпротивление $5 \div 10 G\Omega$

Два ост. р-ма на раб.: фотодиоден и генераторен Генераторен р-м - на косо съединение



Електронни схеми на предусилвателни сигнали





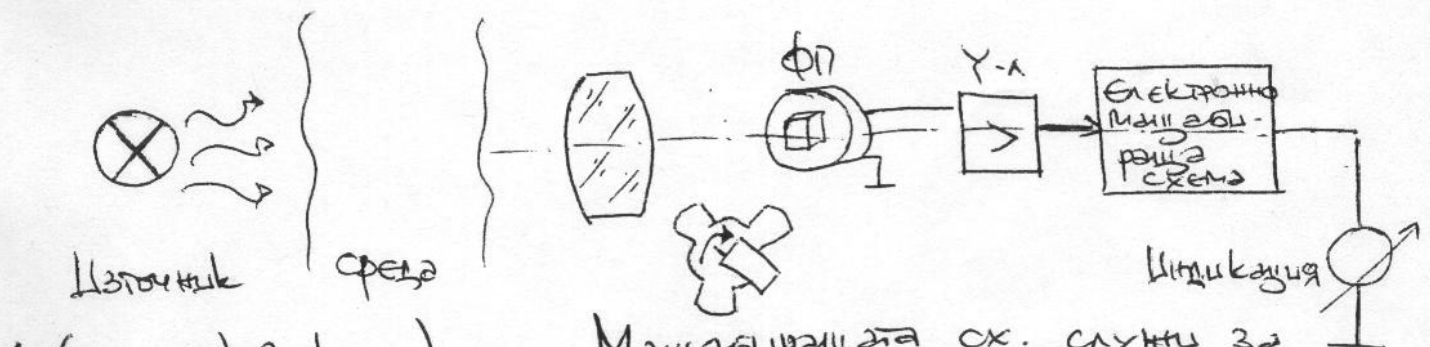
Хибридни схеми

Троекотрични фотоприемници - IV, V-та лекция, JPG
 Многоелементни фп - Focal Plane Area

CCD фп - прибори със зарядна връзка

Елементи, които са "свързани" на визуалната техника,
 МОФ структури, върху които са формирани ел. елем. обособени,
 които последователно във времето се теглят;

Фотометрична оптоелектронна схема



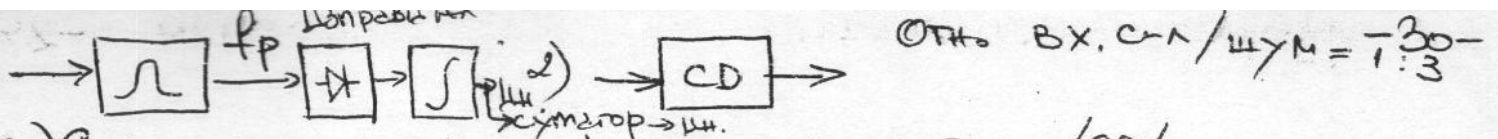
$$L(x, y, z, \lambda, t, \dots)$$

$$I(x, y, z, \lambda, t, \dots)$$

Манипулаторната сх. служи за индикация на резултата със съответния коефициент.

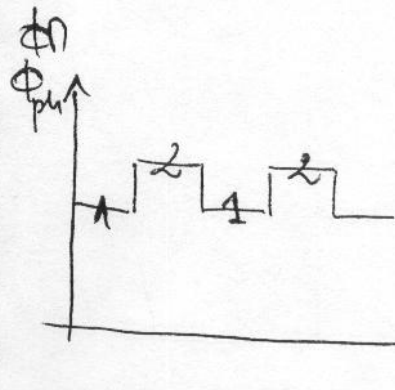
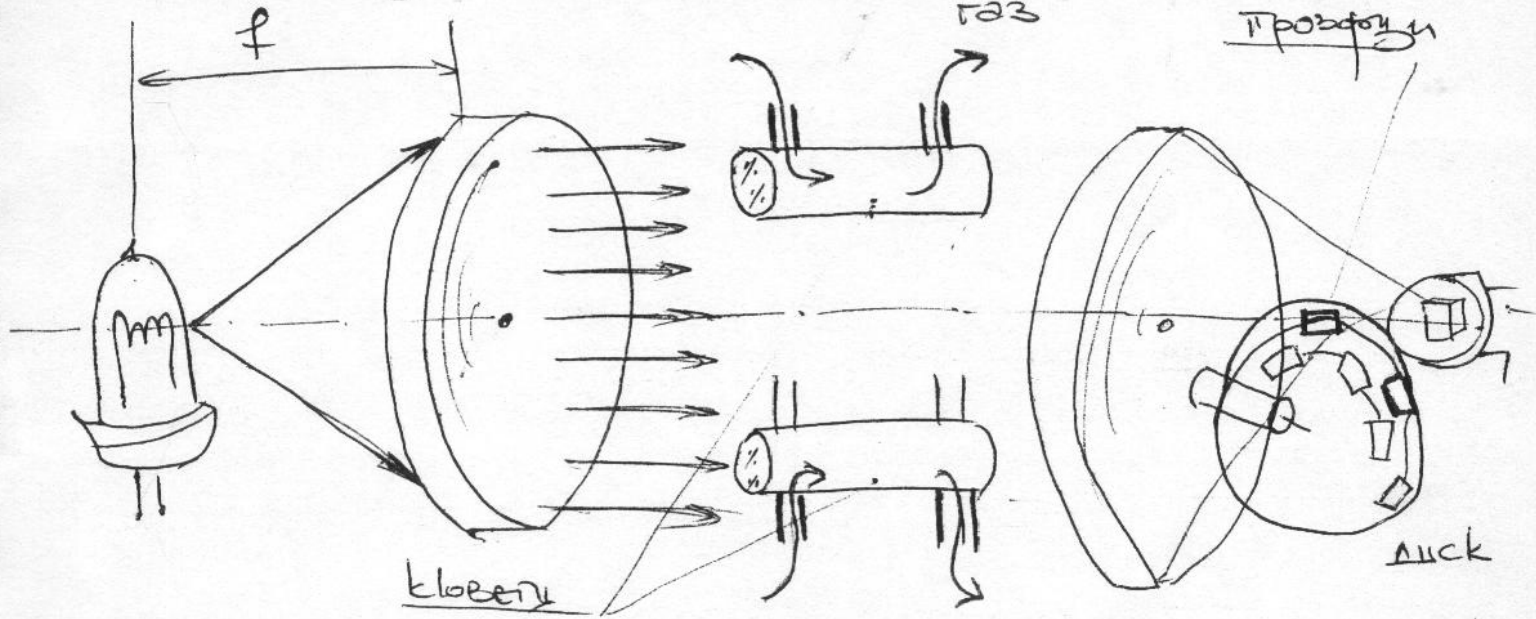
Неудобството е, че ел. поток е с честотен диапазон от $0 \div \infty$, т.е. отразяват се и шумяващите сигнали. Освен това усилвателът трябва да е с честотна лента от 0 до максималната честота. Затова би било добре ел. поток да се "накача" преди фп чрез оптикатор. Тогава има две възможности:

1) Биполарната схема може да бъде заменена с резонансен усилвател, като $f_{рез} = f$ с която се накача с-л.



2) Синхронен детектор, което е по-добре /CD/

Диференциална оптична схема



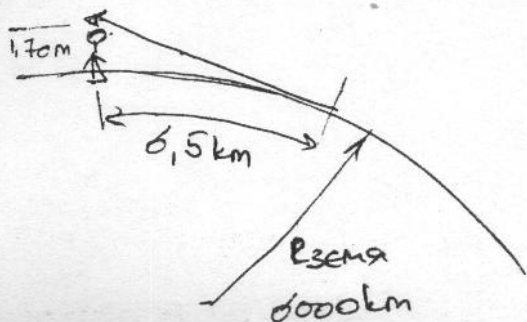
Честота на въртене на диска е така, с която сигналът преминава през отворите.

Оптични уреди за измерване на разстояния

Могат да бъдат разделени на импулсни и фазови, в зависимост от базата, с която работят. За база можем да вземем скоростта на разпространение на светлината /на ет поток/. Импулсни: начало и край на ет поток във време. Под фазови: меря се с дължината на вълната.

1. Импулсни оптични лазерни устройства за измерване на разстояние

Далекмерите се използват за измерване на големи разстояния /на 500-700m/.



4.12.2001

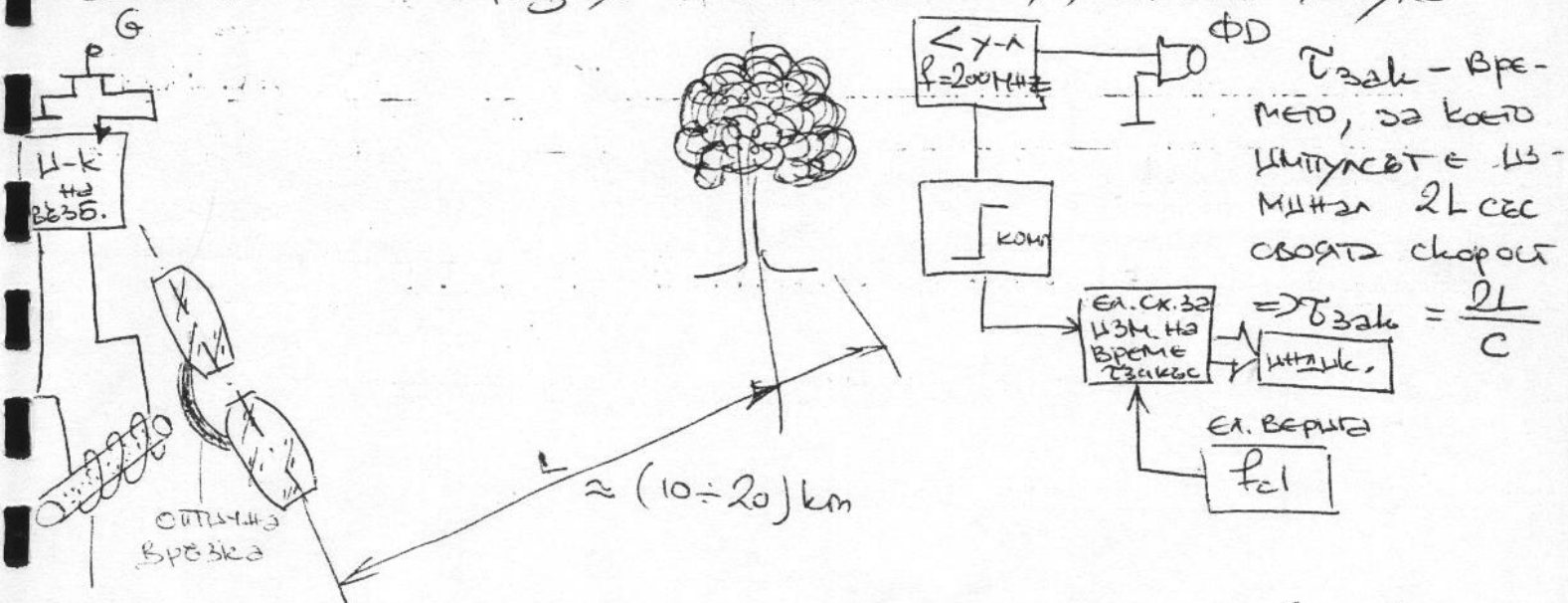
ОЛТИ/Л/

Дистанция и измерение на дистанция

Възможности от порядъка на километри → лазерни далекони

Теорема на Байерс: В/у неизвестната величина налагаме еталон

$c = 300\,000\text{ km/s} = \text{const}$. Използваме за фиксиране на времето за отчитане и връщане (към излъчвателя) един един импулс



Твърдостен лазер → мощен импулс $\tau_{\text{и}} = (5 \div 50)\text{ ns}$ с мощност $(1 \div 5)\text{ MW}$

Формиране на сяргов импулс: В корпуса се поставя оптична връзка м/у предавателя и приемника.

Тръп тактова честота $f_d = 30\text{ MHz}$ един импулс съответства на 5m.

Приложение: Военна техника, Геодезия, навигационни уреди

Фазови лазерни далеконери

Импулсът захранване на лазерния източник, който излъчва непрекъснато във времето, но с промодулирана амплитуда.

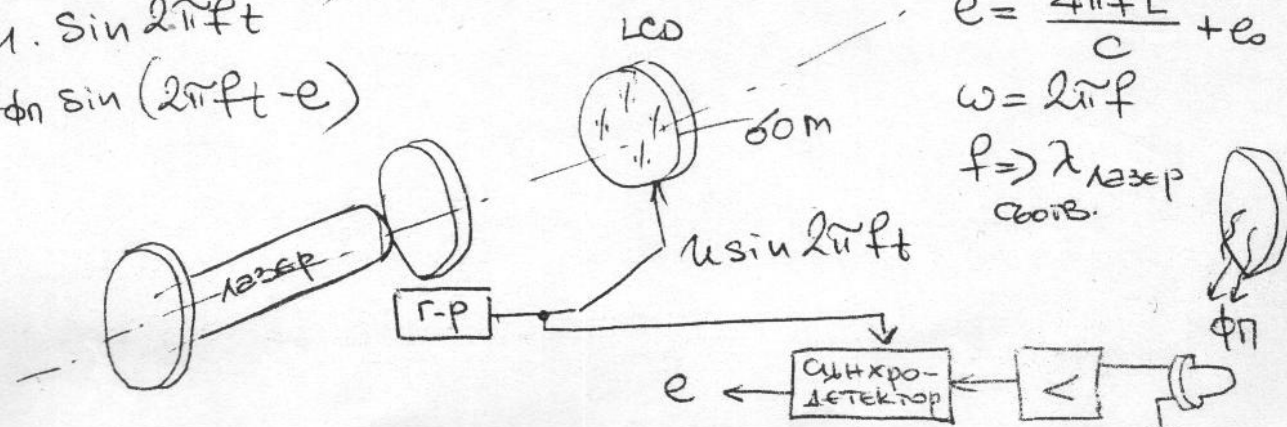
$$E(t) = E_1 \cdot \sin 2\pi f t$$

$$E_{\text{фл}}(t) = E_{\text{фл}} \sin (2\pi f t - e)$$

$$e = \frac{4\pi f L}{c} + e_0$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$f \Rightarrow \lambda_{\text{лазер}} \text{ свѝв.}$$



$$2L = \lambda \left(N + \frac{\varphi}{2\pi} \right)$$

В/у фотоприемника трябва непрекъснато да има сигнал. Големи изчисления по отношение

сигнал-шум: специални алгоритми върху обекта на дадено разстояние.

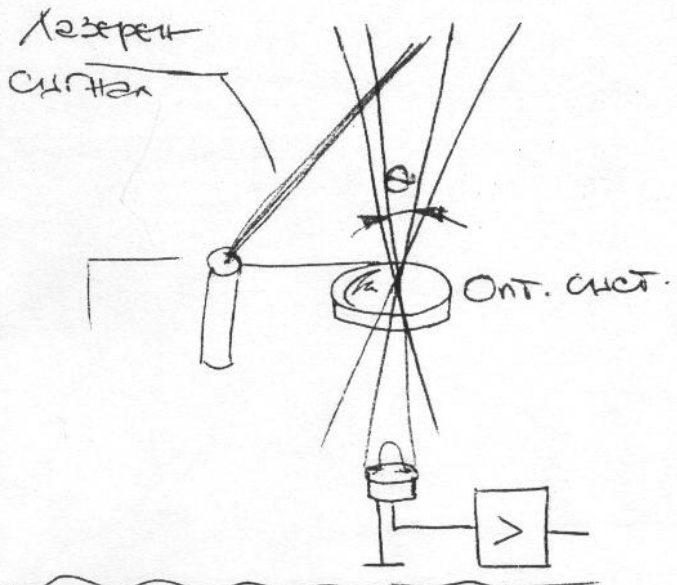
N-брой на случаите на излизане λ (фронтът на вълната)

Лидарни системи

За измерване на различни параметри на зониращата ни атмосфера, перпендикулярно на земната повърхност

$$P(z) = f(z, \sigma_{pr}, \sigma, \alpha, \dots)$$

мощност на отразения сигнал



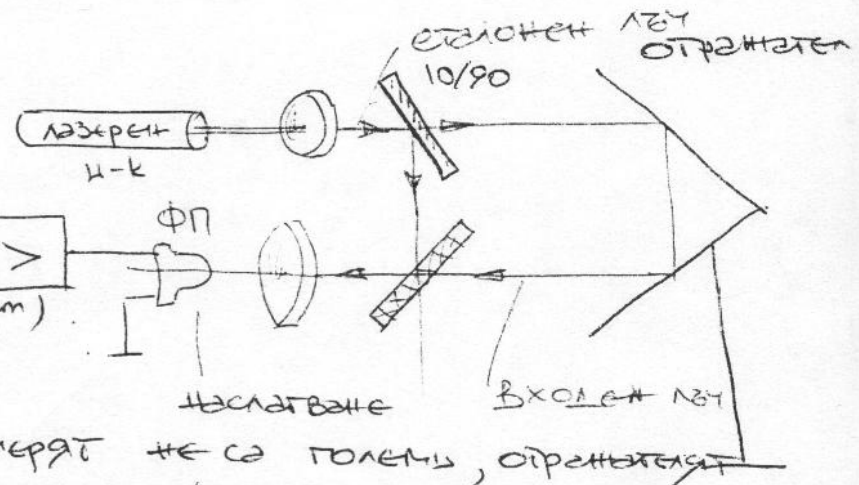
Интерференчни лазерни

Измерители

Използване на $\lambda \rightarrow$ светл. сх. върху която да се осъществи интерференцията - синхронно детектиране

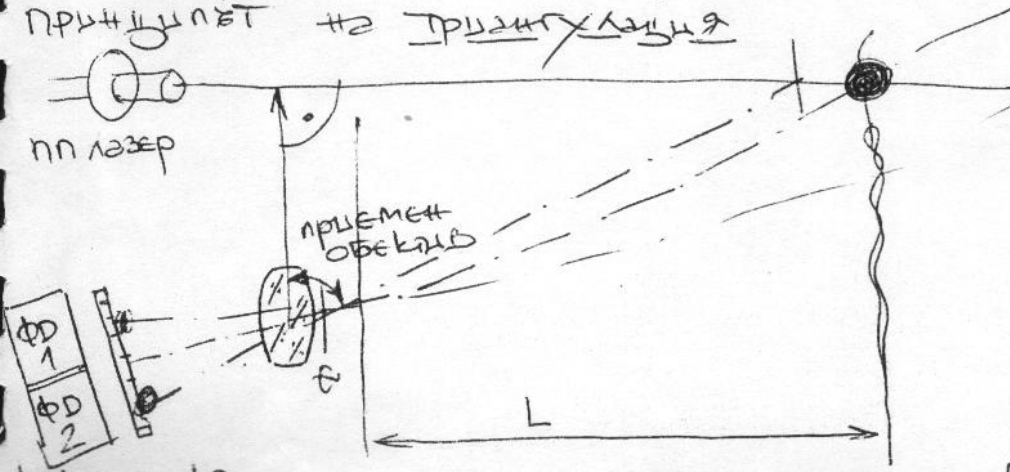
- 1) Монохроматично излъчване
- 2) Еднаква фаза

Много точни методи - дефакто точността е λ (до 90 nm) Върху фп попада еталонния и отразения лъч $\Rightarrow$ петно



Разстоянията, които се мерят не са големи, ограничават се в десетки метри; Разстояние, до 45 м - точност ± 1 мм

$\gg$ За разстояния от порядъка до стотици метри се използва принципът на триангулация



Ако линийката е с голям брой пиксели, тогава разстоянието чрез номера на пиксела

Вместо линейен фп могат да се разположат 2 фд.

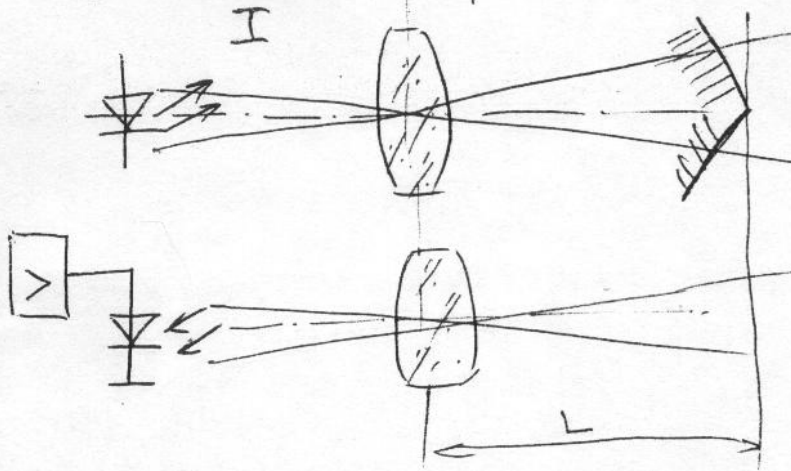
ФД 1
ФД 2
линейен фп /линия/

4.12.01г.

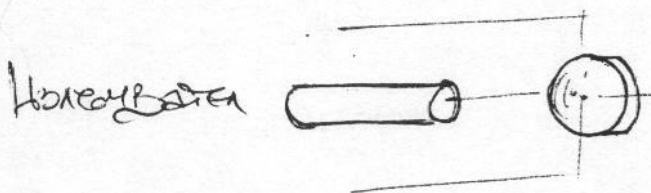
ОАУП/М/ -33-

Вместо лп лазер можно да се използва CD и DVD

$$E = \frac{I}{L^2} \quad \text{Точност } 10\text{cm на } 2\text{m}$$



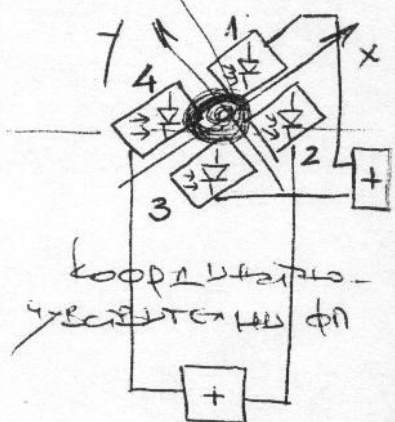
$$E_{\text{ос пр.}} \approx \frac{I_{\text{light}}}{L^4}$$



← Измерение на размери до части от метъра
→ По малки размери

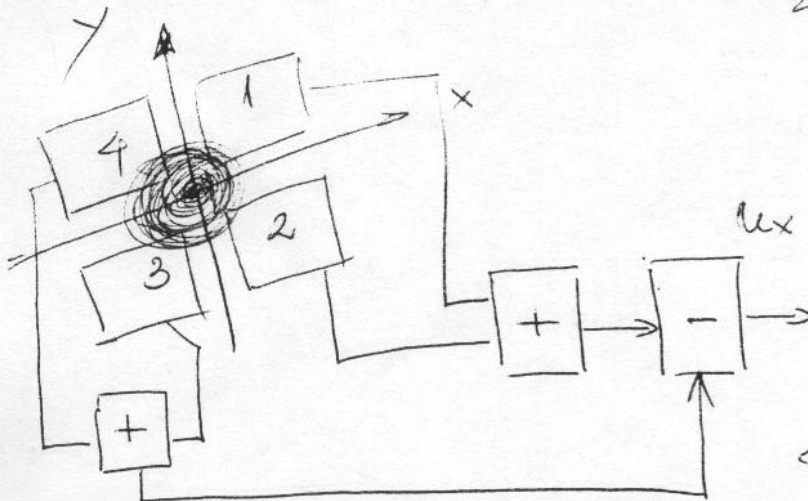
Оптическое устройство
за измерение на отклонения
та на лъчу

СВЕТЕЛО ТЕЖО

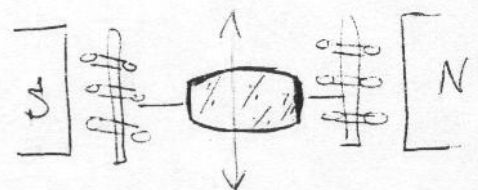


Отклонение по x: $u_x = (u_1 + u_2) - (u_3 + u_4)$

Отклонение по y: $u_y = (u_1 + u_4) - (u_2 + u_3)$

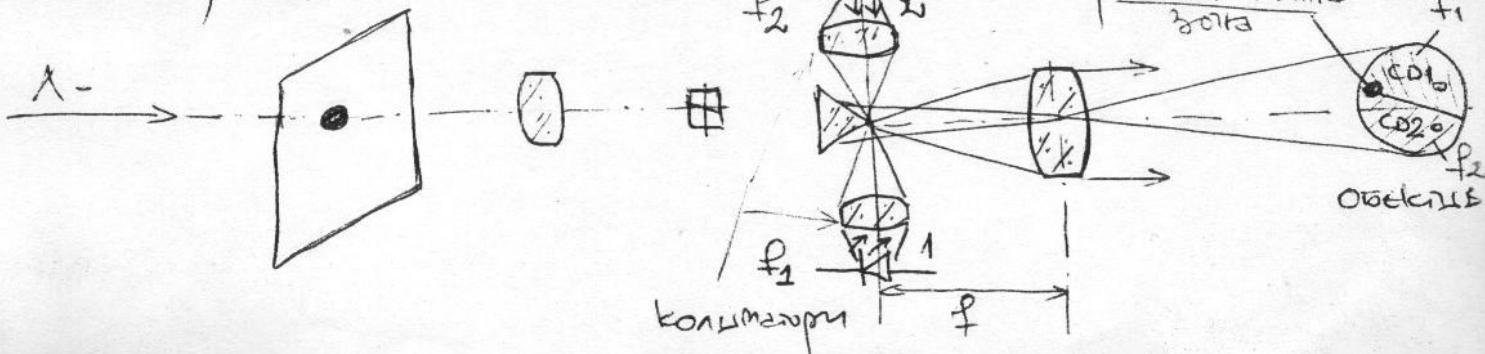


Много точки системи
измерване отклоненията на
фокуса на CD и DVD.



Трилоните : настройка на
полени вълнове, роури и др.

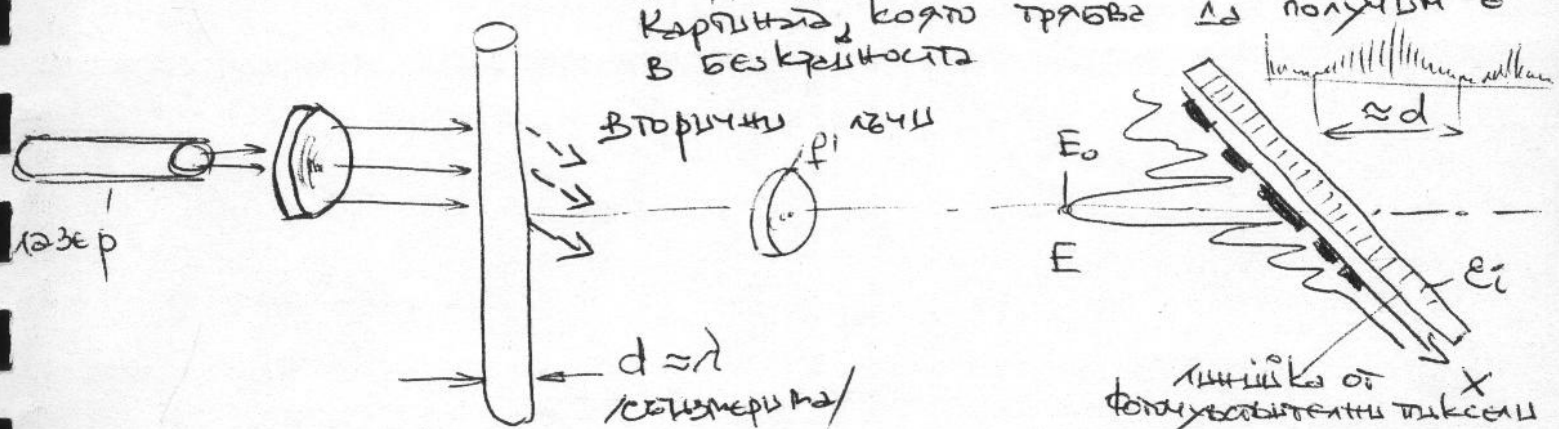
Точност $\sim \mu\text{m}$; за упр. на различни машини - автоматизация
равноотклонява зота



За реализация на ЛФ. измерване $\Rightarrow$ още важни съществена схема то без обект и в изхода се сумират

11.12.01г Дифракционни измерители на габарити

$\lambda \rightarrow$ лазерни дифракционни измерители
 Дифракция от тип Фурье / безкрайност / картина, която трябва да получим в безкрайността

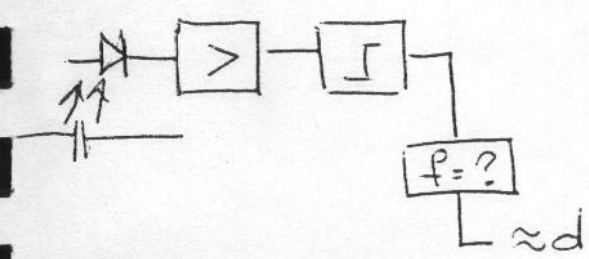
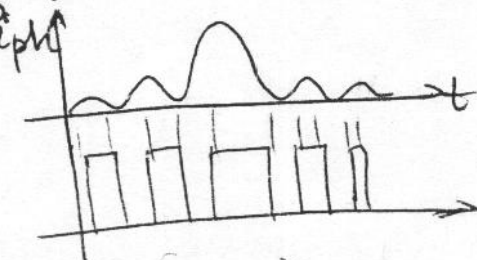


$$E(x) = E_0 \left[\frac{\sin \frac{\pi x d}{\lambda f'}}{\frac{\pi x d}{\lambda f'}} \right]^2$$

d - неизвестно в това уравнение

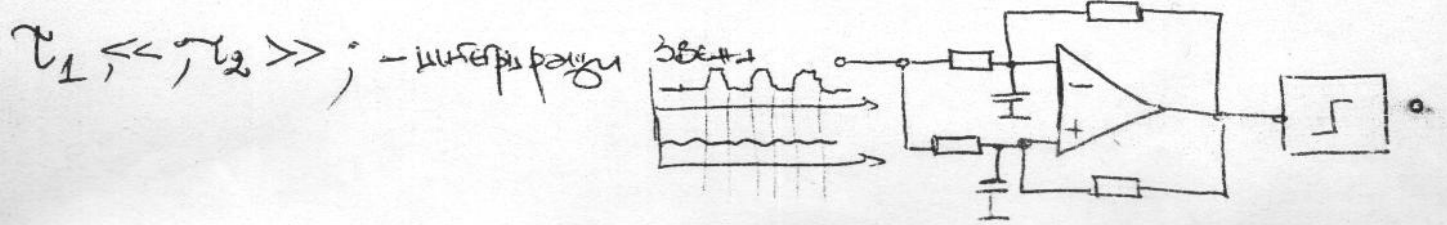
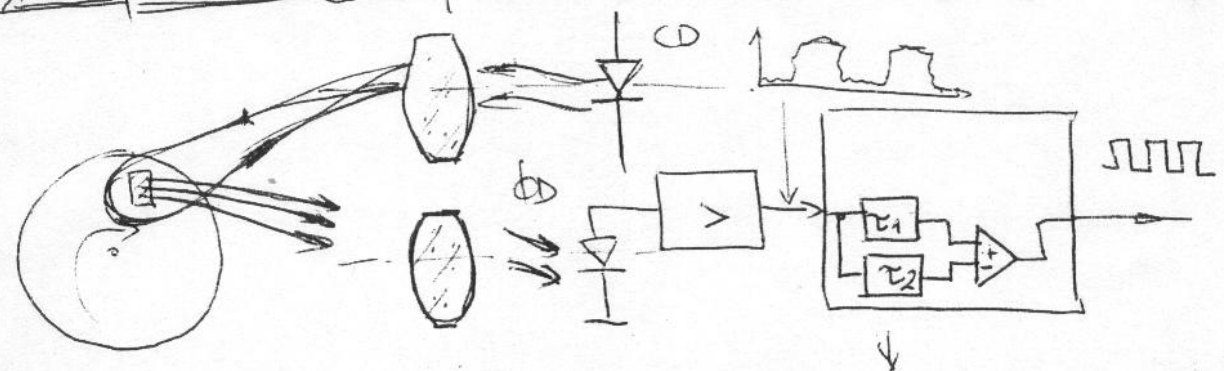
Друг вариант е ~~вместо~~ λ вместо λ линията да поставим отразено и фн

Дифракционните измерители измерват малки размери с много висока точност



($\sim \mu m$) $\rightarrow$ работят в производството то $\rightarrow$ работещи, за измерване на екстремни параметри

Измерване на скорост на пренесване



Корелационни методи за измерване на скорост.

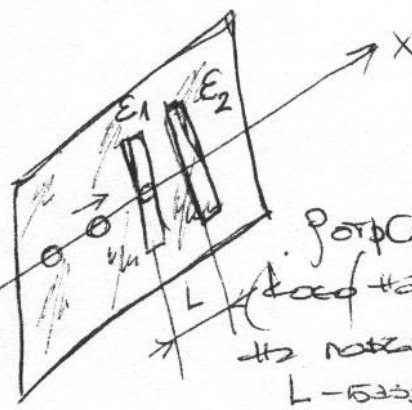
Корелационни оптикоелектронни измерители

- 36 -

- Статистическа радиотехника - вероятностни методи
- Корелационна функция - скоростта промяна на отг. сигнал или явление

$E(x)$

$$K(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T E(x) \cdot E(x-\tau) dx$$

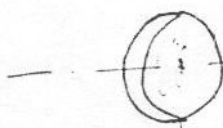
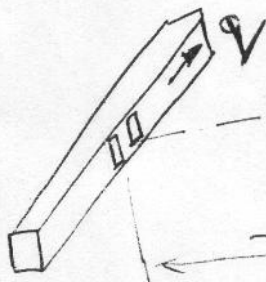


$E_1(x)$

$$E_2(x) = E_1(x+L)$$

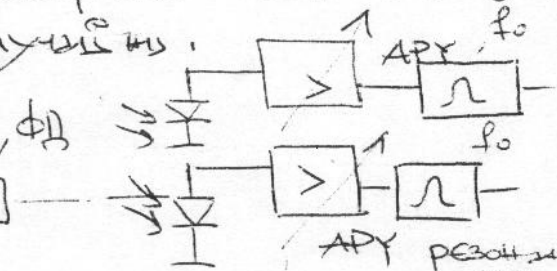
$\Rightarrow$ Единият сигнал зависи от другия

и зависи от него се изчислява транзитното време, при положение че Л едновременно се случва.



$-2f'$

$2f'$



АРУ резонансни усилители сдвигатно регулиране на усилителя.

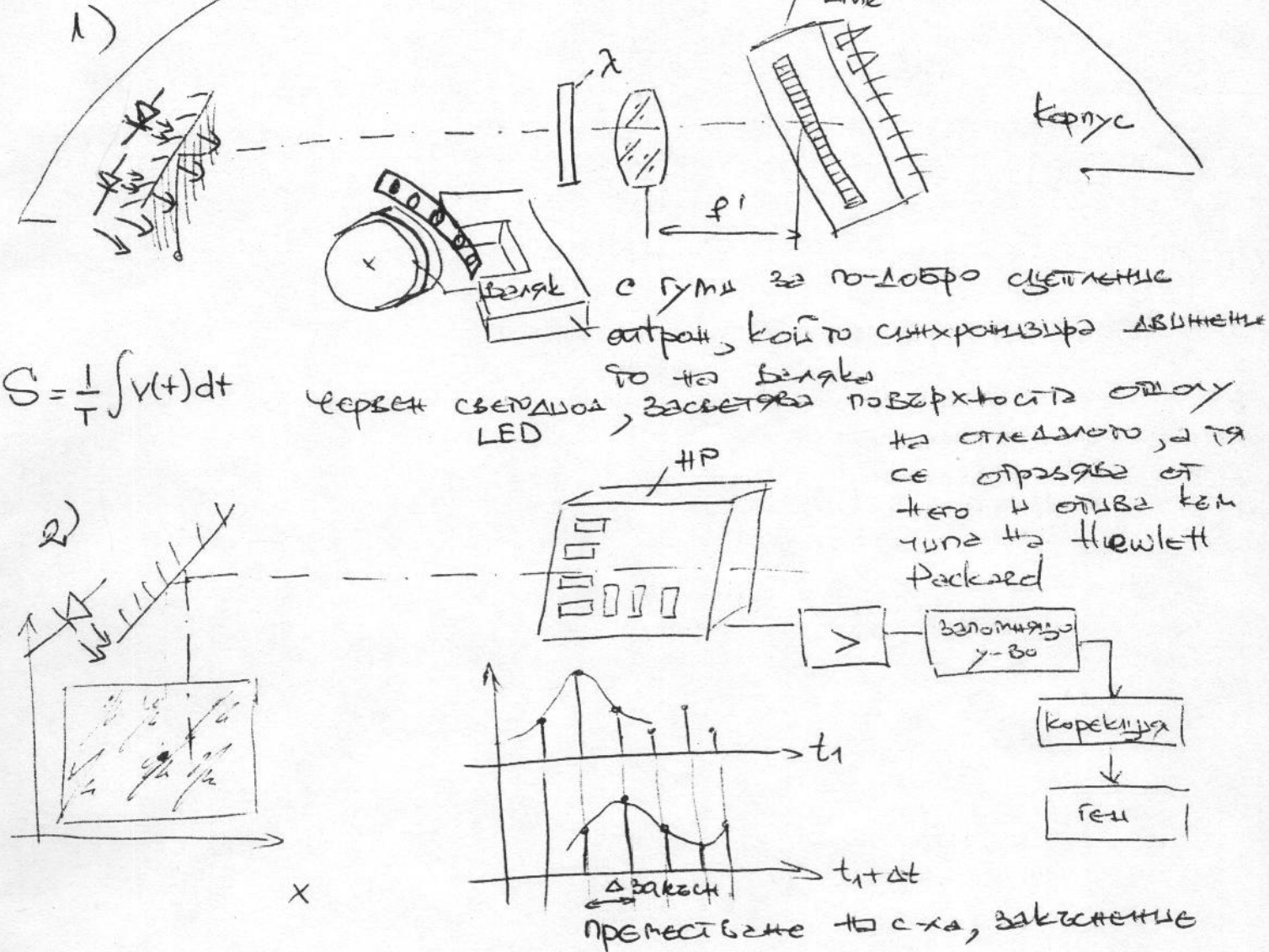
DSP

f_0 - резонансна честота на входа, а амплитудата съответна на входната амплитуда

- Средство за управление в производството
- Воспитно приложение - управление на кривата факта по предвиденото начертан маршрут и карта за управление
- Отлична "мышка"

Преобразувател фазоване - честота 400 импулса на 1 мсч / 2,5 мсч /

- ОПТИЧНА СИСТЕМА
1) РЪЧЕН СЧЕТЕР
2) ОПТИЧНА МИШКА

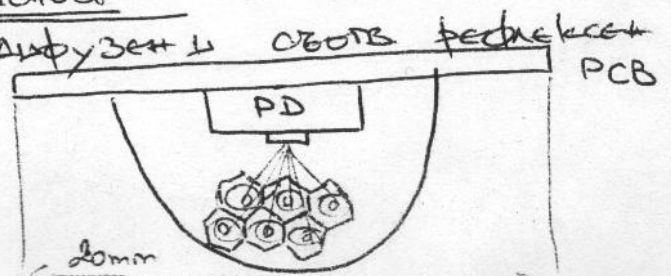


Δt. Времето, през което се измерва сигнала; Чрез корекцията се
опр. Δzak. и след това се интегрира => управлява се генератора

Оптомелектронни устройства за

безопасност

- Оптич. датчици от барьерен, дифузен и обратен отражател РСВ
- Пирометрични датчици

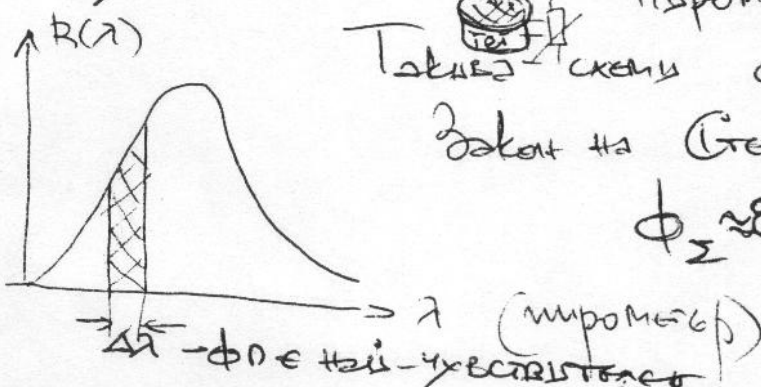
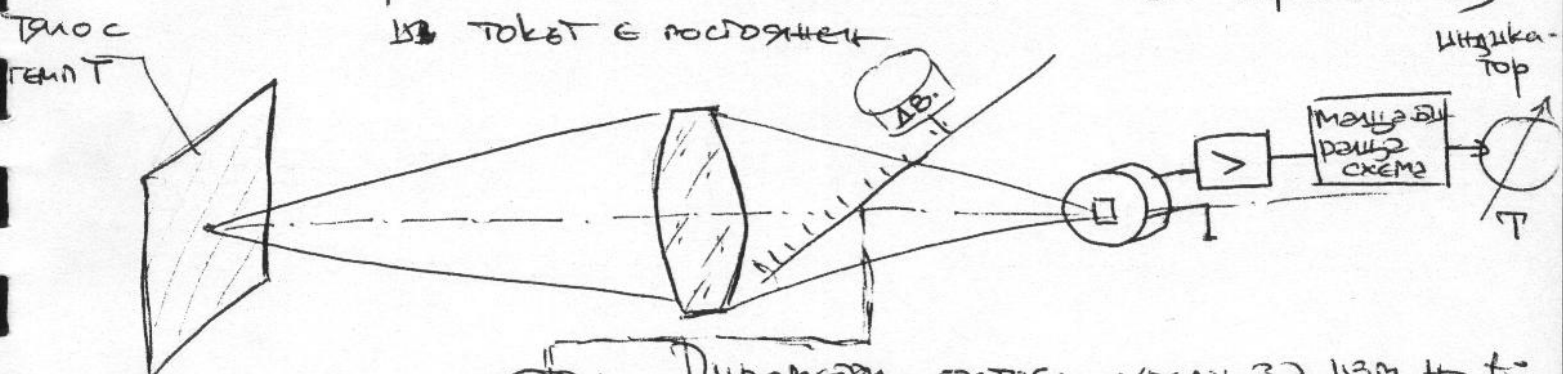


Приложение - за автоматично включване на осветението при прехвърляне на посетителя в обществени сгради. Свързани и после включва.

Оптомелектронни устройства за дистанционно измерване на температура

- 1) Контактен метод - сравнение на $t_{обект}$ с $t_{изм}$ с датчик
- 2) Чрез излъчването на ел. поток от самото тяло, което е свързано с температурата му

Излъчваният поток е постоянен във времето $\Rightarrow$
 ел. токът е постоянен



Пирометри - оптич. уреди за изм. на $t_{обект}$
 Телесна - схема с много светли

Закон на Стефан - Болцман за сумарния поток
 $\Phi_{\Sigma} \propto T^4$
 ϵ - коеф. на излъчване
 σ - конст. на Болцман

$\Delta \lambda = ?$ / т.е. какво ще

бъде спектралния диапазон

T_{min}
 T_{max}

$500 \div 700^\circ C$ - металът започва да се топява, то високи $t_{обект}$ - при излизане от възможностите на оптич. измерване

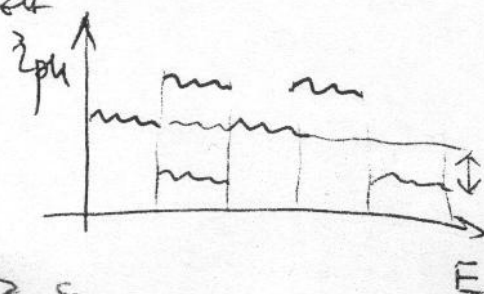
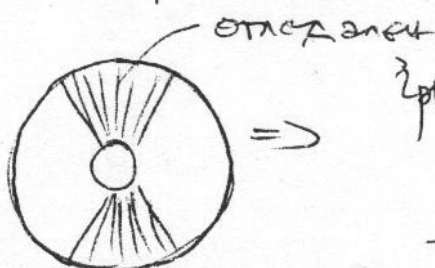
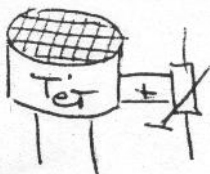
Това са пирометри за непряко измерване
 За по-ниски $t_{обект}$ се използват инфрачервена фотоприемник

Диференциална схема

$\Rightarrow$ Влагане на резистивен нагревателен елемент - до T_{det}

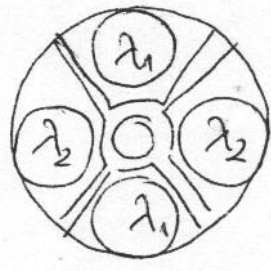
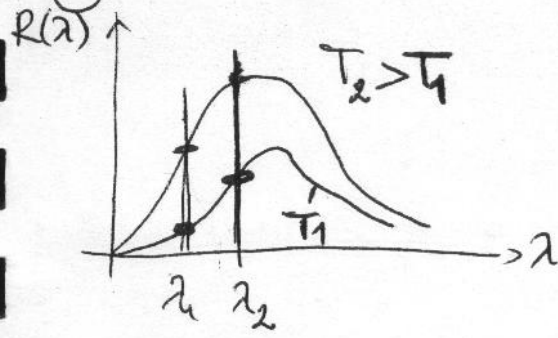
Потоците от еталонния

източник се насочва към фп.



Отделя се сигнал с отделяния оптоелектрон

18.12.2001. ОАКП 7/1/ ** -39-113-
 Спектрофотометричната схема трябва да определя разликата м/у мерения и еталонния. Често се използват лазерни маркери.

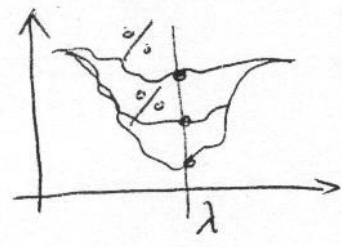


$$\begin{aligned}
 i\rho h_1 &\approx K(\lambda_1)T \\
 i\rho h_2 &\approx K(\lambda_2)T \\
 \hline
 T &\approx \Delta(i\rho h)
 \end{aligned}$$

Оптическото измерване за екологията

1) Различни химически замърсители в атмосферата — контрол на обогатяването на газове

$\tau(\lambda) |_{\lambda=\lambda_{\text{газ}}}$



Спектрална крива на пропускане
 Принципет е на пропускане на светлината през 2 кубета, в един от които се намира еталонния газ.

2) Контрол на обогатяването на дим