

## **Индикации, препоръки.**

Причините да се разглеждат индикациите като отделен въпрос са две. Предназначението на тези модули е такова, че изисква поставянето им на определено място, в някои случаи на отделна конзола. Те трудно се екранират (трябва да се виждат) и през прозорчето на индикатора могат да проникват и да се излъчват смущения. От друга страна не винаги в детайли се познават предимствата и недостатъците на основните типове индикатори, както и правилата за изчисляване.

Разбира се тема на тези бележки не са всички видове индикатори.

## **Течно-кристални (LCD) и свето-диодни (LED) индикатори.**

Сравнението на двата вида индикатори показва следното:

- видимостта на LED индикаторите е по-добра, с изключение на случаите на директно ярко околno осветление. За подобряване на видимостта на LCD може да се използва допълнително осветление, но тогава консумацията се увеличава значително.

- обхватът на работни температури на LED индикаторите е значително по-широк от този на LCD и на практика съответства на обхвата на интегралните схеми. При LCD без уговорки долната температурна граница е само 0°C, а по специални заявки достига -20°C. Проблемът е, че при тази температура индикаторът не само не работи (както обикновено се разбира работната температура на елемент), но и се поврежда трайно – оцветява се на петна. Горната гранична температура също е по-ниска от тази на LED индикаторите и е 45-50°C.

- LED индикаторите имат по-голяма механична устойчивост (на удари и вибрации) в сравнение с LCD, повечето от които са на стъклена основа.

- управлението на LED индикаторите е по-просто – пропуска се ток през диод, докато за LCD е необходимо противо-фазно захранване на всеки видим елемент спрямо общия електрод. Като правило при LCD индикаторите почти винаги се използват специализирани схеми – PCF2111, HD44780, докато LED индикаторите се управляват по-лесно – с регистри или подходящи буфери. Естествено има и специализирани интегрални схеми за такива цели – MAX7219/21.

- технологията на LCD индикаторите позволява изписването на символи (картинки) с произволна форма, както и матрично оформление – 5x7, 8x9 и др. При светодиодните това е много по-трудно, затова най-разпространени са 7 сегментните индикатори с които се показват цифрите 0-9 и някои знаци (в някои случаи сегментите са малко повече за да може да се изписват и буквите). Матричните (5x7) светодиодни индикатори са с по-висока цена (и значителна консумация).

- разликата в консумирания ток (енергия) е драстична. Докато средно само за един сегмент при LED индикаторите (в зависимост от размера и яркостта) са необходими 3–10mA, за целия LCD индикатор заедно с управляващите схеми са достатъчни 3-5mA. В този случай се разчита на естественото осветяване на LCD. Когато се налага допълнително осветяване (подсветка) тогава консумираната енергия при двата вида индикатори е съизмерима.

От по-горните съображения може да се направи следният извод: За промишлени приложения са по-подходящи свето-диодните LED индикатори поради по-добрата видимост, докато индикациите с LCD са по-подходящи за битово приложение – имат голямо разнообразие от знаци и символи. LCD са удобни за индициране и при преносими уреди с батерийно захранване. Естествено когато изискванията го налагат LCD се използват и при промишлени приложения най-често с допълнително осветяване. За рекламни цели, обслужване на спортни състезания и др. подобни се предпочитат LED индикаторите поради по-голямата им яркост.

## **Други индикатори.**

Естествено групата “други” включва голямо многообразие от индикатори работещи на различен принцип. Все пак реално приложение са намерили вакуумно-флуоресцентните индикатори, мониторите от телевизионен тип, както и различните типове “плоски” дисплеи – цветни и чернобели, с активна или пасивна матрица и т.н. Дисплеите, поради високата си цена, обикновено се използват при машини с програмно управление и други по сложни съоръжения както и при

касови апарати (често екрани съвместени с клавиатура - touch screen). Вакуумно-флуоресцентните индикатори имат много голямо приложение в битовата аудио-видео апаратура поради по-голямата им атрактивност. Те почти не се прилагат в промишлеността поради крехкостта им (представяват радиолампа с катод, решетка и анод-люминофор който свети с различен на цвят ), освен при някои касови апарати.

### **Управление на LED индикатори.**

Ще се разгледат основните принципи на управление на LED индикаторите като едни от най-разпространените. Управлението на такива индикатори се осъществява по два начина – динамично и статично. При статичното управление за всеки светодиод има отделен буфер (памет), докато при динамичното управление светодиодите се включват последователно във времето, но така бързо се сменят, че окото не забелязва трепкането. В този случай едни и същи буфери управляват няколко светодиода. И двата начина имат предимства и недостатъци:

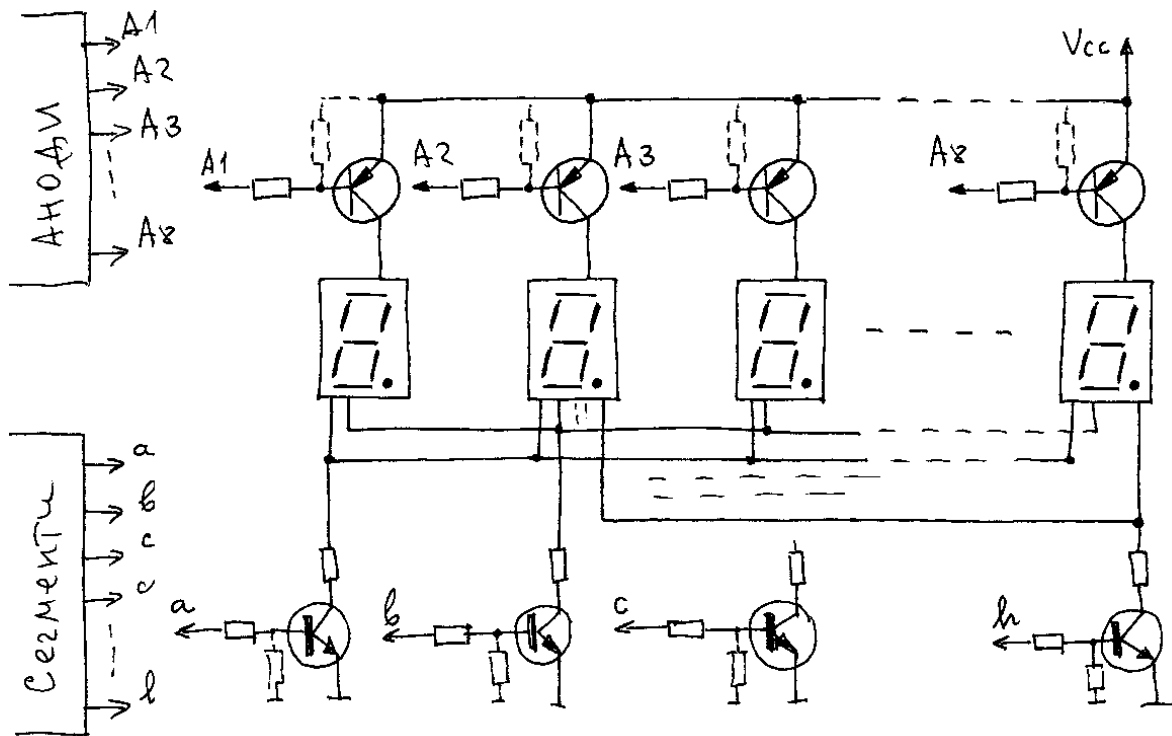
- консумацията на енергия на практика е еднаква. За да се получи необходимата яркост през диода трябва да протече съответен ток (средна стойност). Така, ако за един сегмент трябва да се управляват 4 индикатора импулсният ток трябва да е 20mA. Трябва да се знае, че не всички LED индикатори могат да работят в динамичен режим. В някои случаи при увеличаване на тока през индикатора (в импулса) яркостта не се увеличава, а се променя цвета. При други индикатори има ограничения към импулсният ток, т.е това ограничава броя на индикаторите свързани към един буфер. Обикновено повечето индикатори без проблеми могат да се свързват по 5-8 динамично. Стандартно индикаторите се включват един след друг със съответната комбинация от включени (светещи) сегменти. Когато броят на индикаторите е по-голям от 7 (8, ако се използва и запетайката) може да се използва посегментно управление - изреждат се сегментите и за всеки сегмент се включват индикаторите в които този сегмент свети. Така независимо от броя на индикаторите коефициентът на запълване е  $1/7$  ( $1/8$ ).

- управлението на динамичната индикация е по-сложно в сравнение със статичната. Когато показанието при статичната индикация трябва да се промени буферите се “презареждат” и не е необходимо отделянето на повече време. При динамичната индикация индикаторите трябва да се превключват непрекъснато и то много равномерно (окото е много чувствително). Поради тази причина алгоритъмът на работа на много устройства е подчинен на управлението на динамичната индикация. Когато се използват специализирани схеми няма такъв проблем но цената е по-висока.

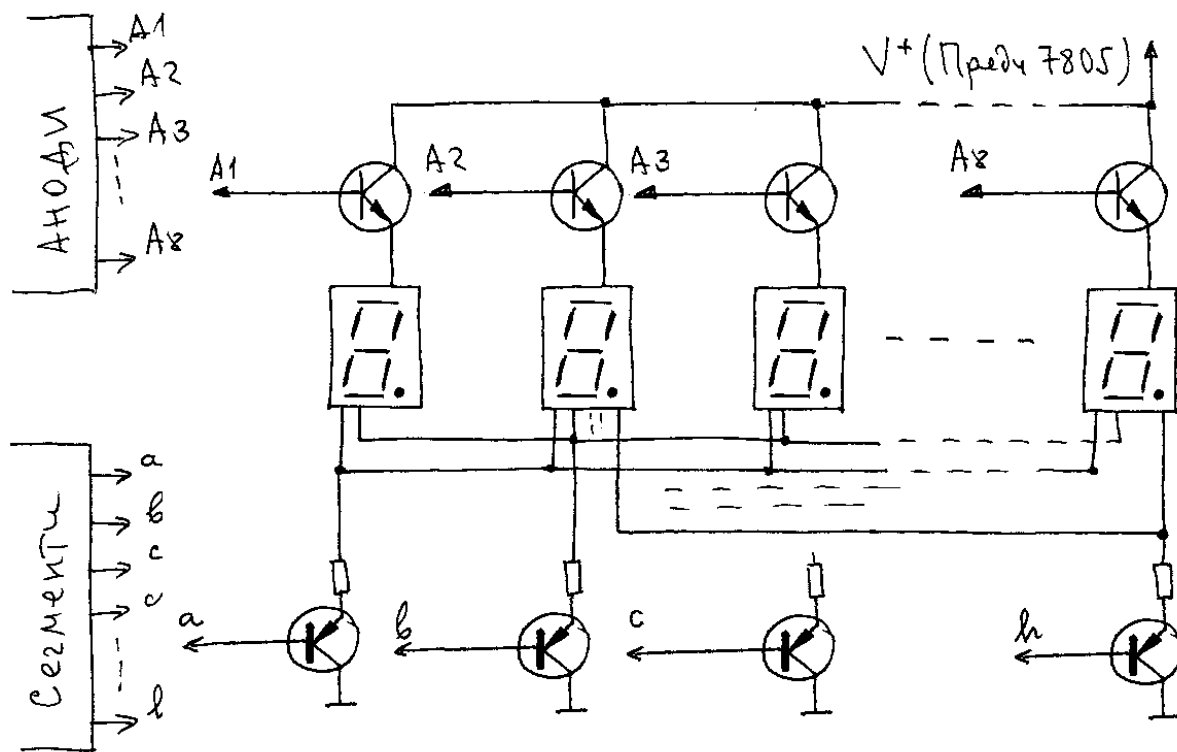
- свързващите проводници (буфери, крайни стъпала) при статичната индикация са повече и са равни на броя на светодиодите (сегментите). При динамичната индикация те се определят от броя на светодиодите в един индикатор плюс броя на индикаторите. Ако имаме 8 седем-сегментни индикатора при статична индикация са необходими 64 изхода, а при динамична 16.

- смущенията които предизвиква динамичната индикация са много по-големи. Това е така, защото се превключват сравнително големи токове (0,5-1 А). Ако има ограничения по отношение на излъчването на устройството се прилага ограничение на стръмността на фронтите. Например схемите MAX7219 и MAX7221 се различават главно по това. Естествено това става за сметка на увеличени загуби (загряване) в схемата. При някои устройства с висока чувствителност се налага да се изключва индикацията по време на измерване.

При избирането на схеми за управление на LED индикаторите влияят много фактори. Има индикатори с общ анод и общ катод и какъв да се предпочете зависи от избора на останалите схеми – например изходите на контролерите от серия 8x51 могат да дадат изходен ток 10-20 mA към маса, и само няколко  $\mu$ A към Vcc. Някои от седем сегментните дешифратори са с изходи тип отворен колектор с n-p-n транзистори. В тези случаи са задължителни индикатори с общ анод. В други случаи самите управляващи схеми са пригодени за индикатори с общ катод -MAX7219/21. Ограничението на тока през сегментите може да е вградено в управляващите схеми, а може да се задава при изчисление на стойностите. Обикновено за хранене се ползва стабилизатора за Vcc. В тези случаи обаче той се претоварва излишно, като разсейваната топлина се съсредоточава в



него. Класическото управление е показано на фигурата по-горе. При 10mA на сегмент и осем индикатора токът през буфера трябва да е 80mA. Това е транзистор който при насищане, при този ток, трябва да има напрежение  $U_{CE}$  по-малко от 0,5V. Ключът в анодите трябва да е изчислен за осем пъти по-голям ток (когато всички сегменти светят), т.е за 640mA и също  $U_{CE} < 0,5V$ . Трябва да се има предвид, че коефициентът на усилване по ток на транзисторите в режим на насищане е по-малък от указания в каталозите, който се дава обикновено за напрежение  $U_{CE}$  2-6V. При типови транзистори при изчисленията се приема коефициент на усилване по ток 15-20, а това означава базов ток за транзисторите към сегментите 4-5mA и към анодите 20-30mA. Това е “непоислно” за



много от контролерите и се налага използването на допълнителни буфери или на “специални” транзистори с по-голямо усилване в режим на насищане. Освен това базовия ток на транзисторите остава неизползван, а мощността която трябва да се разсейва при класически изправител и 7805 като стабилизатор е 3-5W. Това налага използването на радиатор. Ако обаче схемата се промени и транзисторите се използват като емитерни повторители, част от описаните по-горе проблеми са решени – разсейваната мощност се разпределя между осемте транзистора, не е нужен радиатор, транзисторите работят с голямо усилване по ток ( $U_{CE}=3-5V$ ) и може да се използват маломощни транзистори. В този случай за стабилизатор може да се използва и 78L05 който при постоянна консумация може да служи, ако е необходимо и като прецизен опорен източник ( $0,002\%/^{\circ}C$ ). Стойността на резисторите се определя по следния начин:  $\{V_c - (U_{T_s} + U_{T_A} + U_{LED})\} / I_s$  което за описвания по-горе случай дава  $\{5 - 0,7 + 1 + 1,8\} / 80 = 18\Omega$ .

Естествено при тази схема на управление на динамична светодиодна индикация има е някои специфични изисквания. Това най-вече се отнася до буферите които управляват анодите – тяхното изходно високо ниво трябва да е близко до  $V_{cc}$  (класическата логическа 1 за TTL е 2,4V). Изходният ток трябва да е 5-8 mA. Тези изисквания се удовлетворяват от всички HC/HCT буфери.

### Специализирани управления на индикатори.

Много от фирмите произвеждат микроконтролери специализирани за управление на индикации. Пример за това са PIC16C923 на Microchip и MSP430xxx на Texas Instruments. Освен това и други схеми са предвидени за директно управление на индикатори – схеми на часовници, волтметри и др. Такива са волтметрите ICL71x6 (за LCD) и ICL7107 (за LED).

Голямо разпространение имат и “интелигентните” индикатори. Това са самостоятелни модули които се управляват с ASCII символи или по друг протокол от високо ниво. Тези модули получават команди от контролерите и се “грижат” за изобразяването на това което им е зададено. Обикновено в тях може да се зареждат потребителски знакови генератори.

### Материали по темата.

В приложението AN563 (563.pdf) се разглежда въпросът за управление на LCD. На този принцип работят почти всички матрични индикатори. При тях управлението е подобно на динамичната индикация. Използва се това, че поляризацията на течните кристали става при точно определено напрежение и преходът е доста рязък. Когато сумата от напрежения не е достатъчна, съответните сегменти са невидими, а когато се премине прага стават видими. С формиране на специфични стъпаловидни напрежения се управляват 4-5 групи сегменти, което е еквивалентно на динамична индикация с 4-5 индикатора.

В каталожните материали MAX7219.PDF е описана специализирана интегрална схема за управление на седем-сегментни LED индикатори с общ катод. Схемата не изисква допълнителни елементи, управлява до осем индикатора които се свързват към изводите за катода и сегменти. Яркостта на светене се задава с външен резистор. Управлението на схемата става по сериен интерфейс. Има възможности за задаване на броя на управляваните индикатори (най-много 8), промяна на яркостта (програмно, освен с външния резистор), избор на знаков генератор. Схемата MAX 7221 е специално проектирана за малки електромагнитни излъчвания посредством помалката стръмност на фронтовете при превключването на индикаторите.

### Въпроси:

1. Сравнете LCD и LED индикаторите?
2. В кои случаи се предпочитат LED индикатори?
3. В кои случаи се предпочитат LCD?
4. Статичната или динамичната LED индикация е с по-голяма консумация и защо?
5. Какви са недостатъците на статичната индикация?
6. Статичната или динамичната индикация има по-голямо ниво на смущения?