

ПРИНЦИПЫ РАЗВЕРТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ И МОДУЛЯЦИЯ ЯРКОСТИ СВЕЧЕНИЯ ЯЧЕЙКИ ПЛАЗМЕННОЙ ПАНЕЛИ

И.А. Мухин, ivanmuchin@yandex.ru
СПбГУТ, Санкт-Петербург, Россия

На протяжении почти ста лет основным устройством отображения информации был кинескоп (ЭЛТ – электронно-лучевая трубка). Однако в последние годы благодаря успехам микроэлектроники и цифровой схемотехники появилось большое количество экранов, принципиально отличающихся от ЭЛТ. Практически во всех таких устройствах используется аналоговый метод управления яркостью свечения ячейки, когда непрерывно изменяющемуся электрическому сигналу соответствует непрерывное изменение некоторого параметра элемента отображающего устройства. Например, в дисплеях с автоэлектронной эмиссией (FED – field-emission display) изменяется интенсивность эмиссии электронов, в MEMS (micro electromechanical system – микроэлектромеханические системы) матрицах – угол наклона или форма зеркала, в ЖК-дисплеях (TFT LCD – Thin Film Transistor Liquid Crystal Display – дисплей на жидких кристаллах и тонкопленочных транзисторах) – угол разворота жидких кристаллов. Однако в некоторых отображающих устройствах нельзя осуществить управление яркостью свечения аналоговым способом. Одним из таких устройств является плазменная панель (PDP – Plasma Display Panel). Информация о принципах модуляции яркости свечения необходима для понимания процесса формирования раstra, и, впоследствии, - для оценки качества воспроизведения.

Основу конструкции плазменной панели составляют два близкорасположенных стекла, промежуток между которыми заполнен сильно разреженной смесью газов неона и ксенона (рис.1).

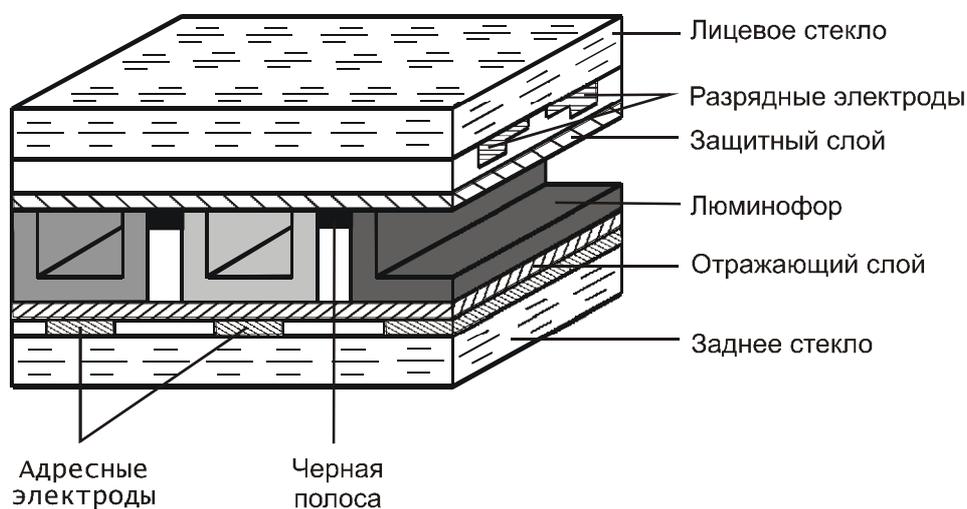


Рис.1. Устройство ячейки плазменной панели

На внутренних гранях стекол расположены горизонтальные и вертикальные электроды, образующие систему из двух взаимно ортогональных решеток (рис.2). Вертикальные электроды расположены на заднем стекле и называются адресными (address electrode). Горизонтальные электроды – прозрачные, они сгруппированы по два, расположены на переднем стекле и называются разрядными (display electrode – электроды отображения, также встречается: питающие, сканирующие, иницирующие).

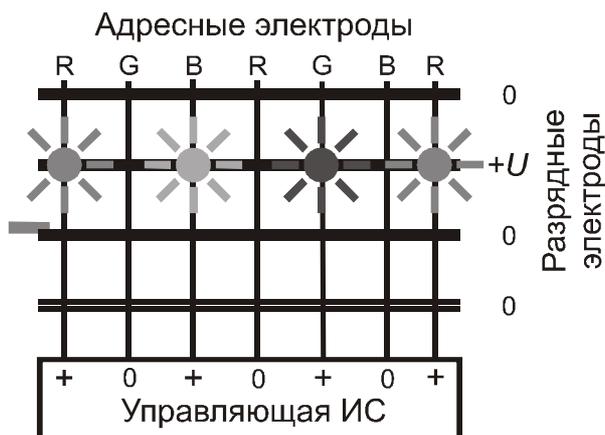


Рис.2. Система электродов панели

В точке пересечения двух разрядных и адресного электродов сформирована элементарная ячейка – субпиксель, которая может иметь красный (R), зеленый (G) или синий (B) цвет. Три субпикселя R, G и B образуют пиксель. При появлении в субпикселе сильного электрического поля происходит газовый разряд. Образовавшаяся при разряде плазма испускает фотоны ультрафиолетового диапазона, которые, бомбардируя люминофор, заставляют его испускать свет уже видимого диапазона. Это излучение распространяется во все стороны. Значительная его часть направлена не к наблюдателю, а вглубь панели, к заднему стеклу. Для использования этой части излучения на адресный электрод нанесено специальное отражающее покрытие. Интенсивность излучения ячейки зависит, в частности, от напряжения на разрядных электродах, и, что важно, может регулироваться лишь в очень небольших пределах. Снизу напряжение на разрядных электродах ограничено напряжением удержания разряда, а сверху - напряжением зажигания, при котором происходит образование плазмы в ячейке при отсутствии поджигающего импульса на адресном электроде. К тому же при большом значении интенсивности разряда происходит выгорание люминофора, что приводит к быстрому старению панели. Таким образом, изменяя интенсивность разряда, нельзя добиться регулировки яркости в широких пределах. Поэтому для этой цели используется метод широтно-импульсной модуляции (ШИМ), суть которого заключается в изменении соотношения длительностей включенного («светится») и выключенного («не светится») состояния ячейки.

Формирование растра. В результате анализа и обработки скудной информации, приведенной на сайтах фирм-производителей плазменных панелей,

складывается следующая картина. Развертка изображения в плазменной панели осуществляется следующим образом. Каждое ТВ поле (20 мс) разбивается на 8 субполей (SF - Sub Fields) различной длительности (рис.3).

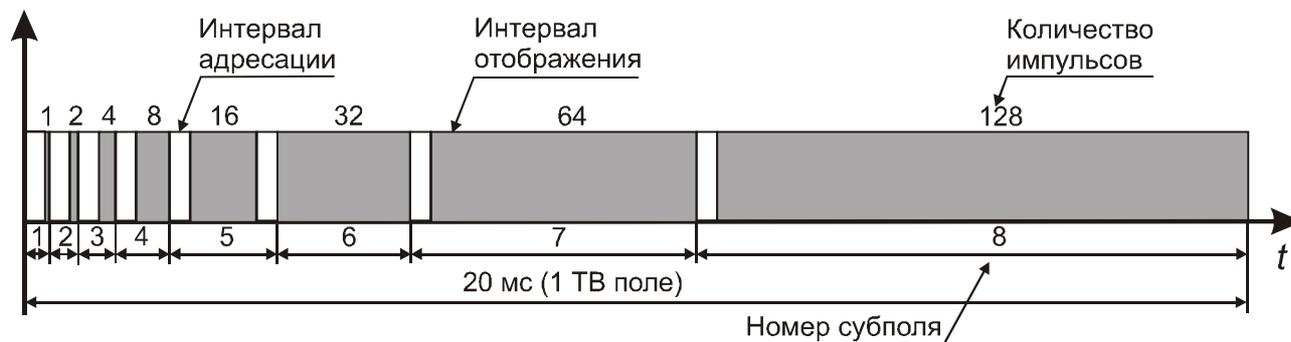


Рис.3. Формирование раstra

Каждое субполе состоит из двух временных интервалов: t_a/t_d (адресации/отображения – address/display). Интервалы адресации одинаковы во всех субполях, а интервалы отображения соотносятся следующим образом:

$$t_d \text{ SF1} : t_d \text{ SF2} : t_d \text{ SF3} : t_d \text{ SF4} : t_d \text{ SF5} : t_d \text{ SF6} : t_d \text{ SF7} : t_d \text{ SF8} = 1:2:4:8:16:32:64:128.$$

Во время интервала адресации осуществляется процесс адресация всех ячеек панели. Во время интервала отображения на все разрядные электроды подаются импульсы напряжения, количество которых зависит от номера субполя, при этом зажигаются только те ячейки, которые были предварительно проадресованы. Таким образом, адресуя ячейку в различных субполях, можно получить различное число ее вспышек в течении поля – от 0 (не адресована ни в одном поле) до 255 (адресована во всех 8 полях), то есть получить 256 градаций яркости. В случае цветной плазменной панели, количество передаваемых цветов равняется $256 \times 256 \times 256 = 16,78$ млн. цветов.

Важным, основополагающим моментом, без которого невозможно было бы осуществить приведенный выше способ развертки, является процесс адресации. Матричная структура электродов панели позволяет управлять одновременно только одним рядом (строкой или столбцом) ячеек. Для адресации всех ячеек панели одновременно было сделано следующее. Каждая ячейка устроена так, что в месте пересечения адресного и одного из разрядных электродов (иницилирующего электрода) образуется небольшая емкость, то есть каждая ячейка представляет собой маленький конденсатор, одним из обязательных параметров которого является малый ток утечки (рис. 4). В процессе адресации происходит последовательное сканирование всех ячеек панели - заряд элементарных конденсаторов тех ячеек, которые должны вспыхнуть в данном субполе и разряд тех, которые загораться не должны. Благодаря малому току утечки элементарного конденсатора, его заряд сохраняется в течение всего субполя, вплоть до следующего периода адресации.

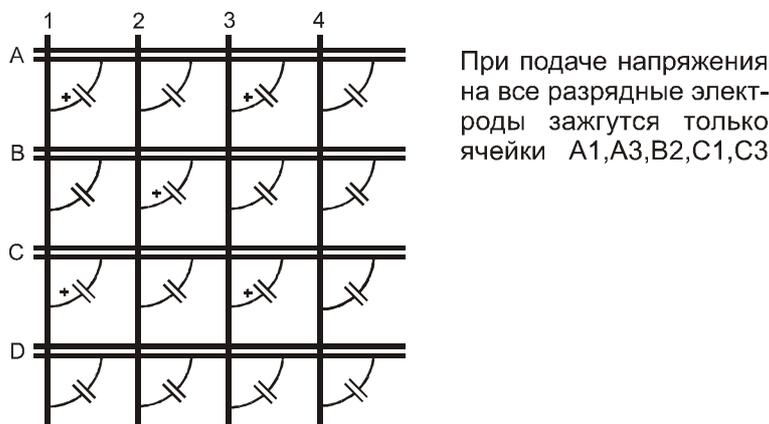


Рис.4. Процесс адресации ячеек

Контраст формируемого изображения. Сравним процесс формирования максимальной и некоторой средней яркости пиксела в CRT и PDP (рис.5).

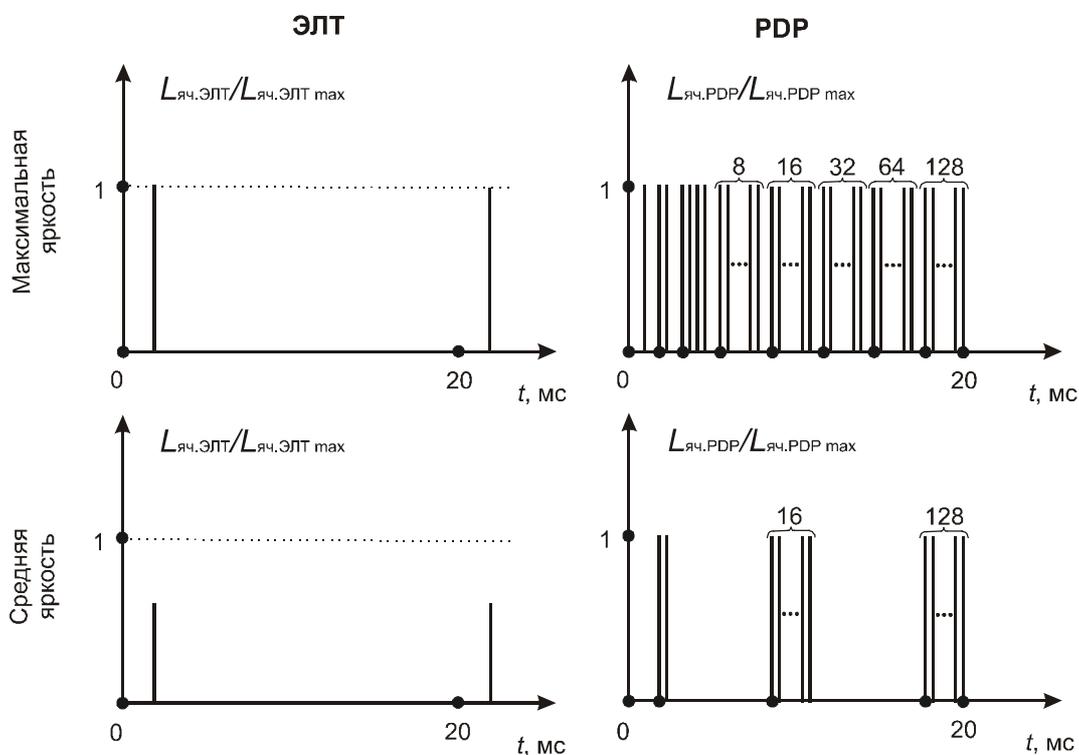


Рис.5. Формирование яркости ячейки в ЭЛТ и PDP

Из рисунка видно, что пиксель плазменной панели может иметь гораздо большую яркость, чем пиксель ЭЛТ, благодаря большому числу вспышек (max - 255). Поэтому PDP должна иметь очень большой контраст. Однако в плазменной панели есть специфический процесс, значительно снижающий контраст формируемого изображения. Дело в том, что для нормальной работы PDP необходима так называемая «пилотная подсветка» - предварительный (инициализирующий) разряд, создающий условия для возникновения основного разряда.

Такой разряд появляется в каждом субполе непосредственно перед началом интервала отображения, то есть за одно ТВ поле (20 мс) происходит 8 пилотных разрядов. В результате такого предварительного разряда возникает тусклое свечение, являющееся причиной снижения контраста изображения. Для уменьшения влияния паразитной засветки, вызванной пилотным разрядом, применяется несколько способов. Например, переднее стекло плазменной панели покрывается особой задерживающей свет пленкой, которая сильно снижает интенсивность излучения, вызванного пилотной подсветкой, и позволяет сделать черные участки изображения более темными. Но в этом случае снижается и интенсивность полезного излучения. Другой способ заключается в предельно допустимом уменьшении величины и частоты пилотных разрядов. Так, фирмой Pioneer был разработан метод управления CLEAR (high Contrast & Low Energy Address & Reduction of false contour sequence - высококонтрастная система адресации и подавления ложных контуров с низким потреблением энергии), позволяющий снизить количество пилотных импульсов до одного за период телевизионного поля.

Другой причиной снижения контраста изображения в PDP является наличие специального хорошо отражающего свет слоя, расположенного непосредственно под люминофорами. Этот слой отражает внешний свет, что снижает контраст. Для борьбы с этим эффектом используются следующие способы. Во-первых, переднее стекло покрывается специальной затемняющей пленкой. В этом случае излученный люминофором свет проходит через пленку только один раз, а внешний свет – два раза, затухая сильнее. Во-вторых, на верхние части ребер, отделяющих ячейки друг от друга, наносится черный светопоглощающий материал, снижающий общую площадь отражающей поверхности панели.

Методы увеличения яркости и контраста изображения. Для увеличения яркости и контраста изображения фирмами-производителями разрабатываются и внедряются различные технологии.

Значительного увеличения динамического диапазона яркости свечения экрана удалось добиться компании Matsushita Electric Industrial, которая разработала метод обработки сигналов Plasma AI (Adaptable Brightness Intensification System - адаптируемое повышение яркости). Суть метода состоит в следующем. Специальный блок обработки, в зависимости от поступающего на его вход видеосигнала, рассчитывает необходимое количество субполей для достоверной передачи яркости картинки. Это позволяет избавиться от ненужных субполей, что увеличивает общее время отображения за ТВ-поле, так как вместе с субполями пропадают и интервалы адресации, в течение которых ячейки не светятся (рис.5). Другой разработкой компании Matsushita Electric Industrial является система управления Inchreal Black Drive System-Inch, позволяющая значительно сократить светоизлучение предварительного разряда.

Перечисленные выше нововведения позволили фирме добиться наиболее высокой среди панелей конкурирующих фирм-производителей яркости (650 кд/м^2) и контраста, который при отсутствии внешней засветки достигает значения 3000:1.

Еще один способ увеличения яркости белых участков изображения разработала фирма Fujitsu General. Метод управления APLC (Advanced Peak Luminance Control - усовершенствованное управление яркостью белого), позволил повысить яркость отображения входного видеосигнала до 560 Кд/м^2 , а его контрастность - до 580:1.

Кардинального увеличения яркости изображения позволяет добиться так называемая технология двойного сканирования (Dual Scan). Экран панели, изготовленной по этой технологии, разбит на две половины, каждая из которых управляется отдельно. Достоинством такого способа управления является повышенная яркость излучения, вследствие уменьшения периода адресации, а недостатком – большая цена, вызванная необходимостью применения двойного набора управляющих схем.

Повышение четкости изображения. Для использования PDP в качестве телевизоров высокой четкости (HDTV, 1920×1080) и мониторов стандарта SXGA (1280×1024) необходимо, чтобы они имели высокую разрешающую способность. Двукратного увеличения разрешающей способности по вертикали при сохранении высокой яркости позволяет метод ALIS (Alternate Lighting of Surfaces - попеременное свечение поверхностей), положенный в основу работы панелей Fujitsu и позволяющий разложить изображение более чем на 1000 строк без ухудшения его яркости. Используя эту технологию, фирма разработала PDP с поддержкой стандарта телевидения высокой четкости HDTV и яркостью свечения 500 кд/м^2 .

В обычных панелях разрядные электроды строк сгруппированы парами – по два на одну строку. Для исключения влияния пар друг на друга, расстояние между парами выбирается большим, чем расстояние между электродами в паре. Разряд возникает только между электродами одной пары, пространство между парами оказывается неосвещенным. В панелях, изготовленных по технологии ALIS, расстояние между всеми разрядными электродами одинаково. Для формирования изображения используется чересстрочная развертка: в течение первого полукадра разряд происходит только в четных строках развертки (между электродами 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6, ...), а во время второго полукадра - в нечетных (между электродами 2 и 3, 4 и 5, 6 и 7, ...).

Выводы. Анализ приведенной выше информации позволяет сделать следующие выводы. Благодаря идентичности строения ячеек R, G и B, модуляционные характеристики плазменной панели одинаковы, а значит, баланс белого выполняется при любом значении входного сигнала, что положительно влияет на качество цветопередачи. Формирование раstra осуществляется таким образом, что частота мельканий ячеек панели значительно превышает частоту мельканий ячеек ЭЛТ, (самые яркие ячейки зажигаются 255 раз за 20 мс). Это значительно снижает утомляемость глаз. Панель имеет высокую яркость и контраст, большой угол обзора. Одним из важных достоинств является большой размер панели при малой глубине, благодаря чему панель можно вешать на стену. Все вышеперечисленные особенности делают плазменную панель незаменимым помощником при организации различных эстрадных шоу, проведении презентаций и демонстраций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чирков Л. А. И вместо лампы плазменный мотор//625.-1997.-№5.-С. 3 - 10.
2. <http://www.fme.fujitsu.com/products/displays/pdptech.html>
3. http://www.pdpdisplay.com/eng/tech/e_driving.asp
4. http://www.pdpdisplay.com/eng/tech/e_single.asp
5. <http://www.pctechguide.com/07pan2.htm>
6. <http://www.projector.ru/www/user/index.jsp?chapter=5&nmb=1&articleid=1448>