

УПРАВЛЕНИЕ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ЗАТВОРАМИ

Каждый сегмент жидкокристаллического дисплея упрощенно может быть представлен в виде цепи, состоящей из конденсатора C , параллельного очень высокому активному сопротивлению $R_{ЖК}$; кроме того, должно учитываться небольшое сопротивление $R_Э$ электродов и токоподводящих дорожек (см рис. 1):

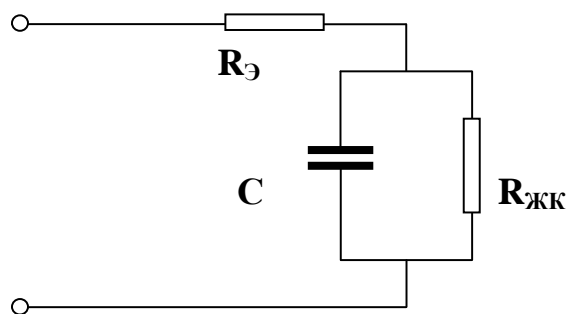


Рис. 1

Упрощенная электрическая схема жидкокристаллического элемента.

$R_Э$ - сопротивление электродов и токоподводящих дорожек (типичное значение – от 20 до 200 Ω);

$R_{ЖК}$ - сопротивление жидкокристаллического слоя между электродами, формирующими сегмент изображения (типичное значение – более 1 $M\Omega$);

C - межэлектродная емкость (типичное значение – 1.5 нФ/см²).

Поскольку жидкокристаллическое вещество имеет анизотропные свойства, емкость C зависит от приложенного напряжения: под напряжением 3...5 В она может быть в 5 раз больше, чем при пороговом напряжении.

Наложение постоянного напряжения ускоряет электрохимические реакции, что значительно сокращает срок службы ЖК-дисплея. По этой причине управление должно осуществляться переменным напряжением с максимальной постоянной компонентой 100...150 мВ.

Частота управляющего напряжения должна быть не менее 30 Гц. При более низких частотах глаз отчетливо видит мерцание изображения. При напряжении 5.0В и частоте 32 Гц обычное значение плотности тока потребления – 1.5...2.0 мкА/см². Значение плотности тока с ростом частоты также возрастает (обычно в 8...9 раз при увеличении частоты с 32 до 320 Гц). По этим причинам без особой необходимости не рекомендуется увеличивать частоту более 64...100 Гц.

Однако в ряде применений (например, быстродействующие шторки для стерео применений частота приложенного напряжения может быть выше (см ниже). В этих случаях не рекомендуется увеличивать частоту более чем до 2 кГц, иначе возникают существенные искажения формы прикладываемого напряжения, резкое падение контраста и прочие дефекты.

Еще один момент, который необходимо учитывать при выборе частоты питающего напряжения – во избежание мерцания она не должна накладываться на частоту источника подсветки.

Способы управления жидкокристаллическими затворами

Как известно, ЖК-дисплей имеет две пластины с прозрачными проводящими покрытиями заданной конфигурации на внутренних сторонах.

Каждая пластина имеет металлический луженый контакт, к которому можно припаивать провода от управляющей микросхемы.

Различают следующие способы управления ЖК-затворами:

- статический (или прямой) с нулевым опорным напряжением;
- статический с ненулевым опорным напряжением;
- пушпульный.

Статическое управление

При статическом управлении имеется электрод каждой пластины имеет свой вывод, соединенные с соответствующим выводом управляющей микросхемы.

Формы сигналов, подаваемых при статическом управлении с нулевым опорным напряжением, приведены на рис. 2.

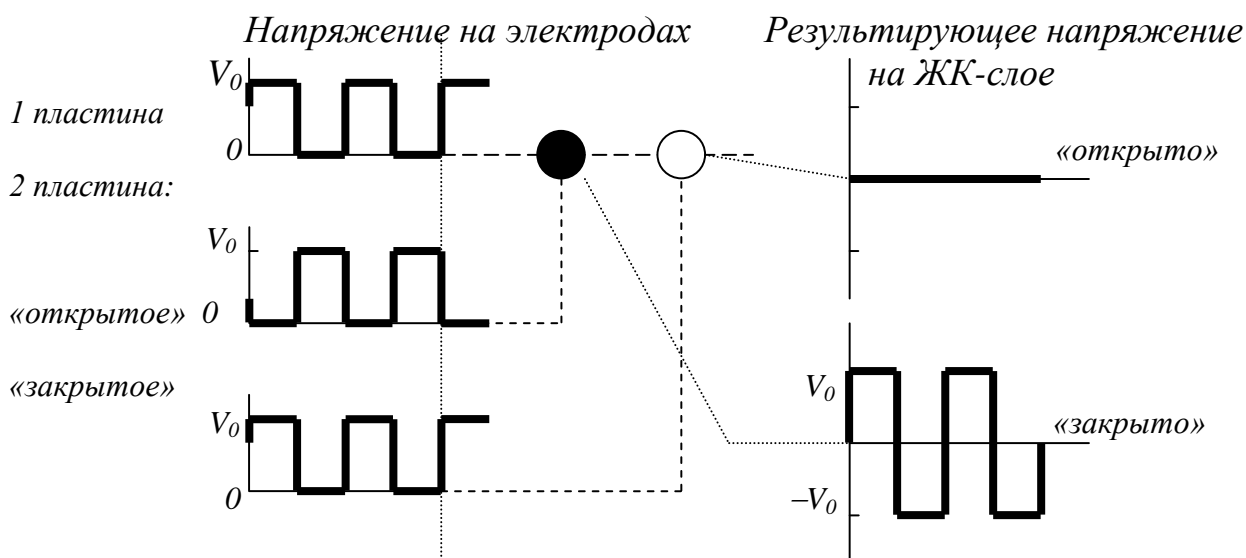


Рис. 2 Типичная форма сигналов при статическом управлении с нулевым опорным напряжением: $(V_{\text{RMS}})_{\text{вкл}} = V_0$; $(V_{\text{RMS}})_{\text{выкл}} = 0$

При этом способе управления на электроды подаются прямоугольные импульсы амплитудным значением V_0 , многократно превышающем напряжение насыщения $V_{\text{нас}}$. При этом для ослабления светового потока на одну из пластин сигнал подается в противофазе с сигналом на другом электроде, а для возврата в состояние с максимальным пропусканием – в фазе с ним (как показано на рис. 2). Допускается подавать на обе пластины нулевое напряжение. В результате среднеквадратичное напряжение в закрытом состоянии затвора $V_{\text{RMS}} = V_0$, а в открытом $V_{\text{RMS}} = 0$.

Так управляются ЖК-затворы типа П781Э. Для них $(V_{\text{RMS}})_{\text{вкл}} = V_0 = 12 \dots 14\text{В}$ частотой 32-250 Гц; $(V_{\text{RMS}})_{\text{выкл}} = 0$.

При этом напряжении время перехода в закрытое состояние (время реакции) составляет примерно 0,2...0,4 мс, а время возврата в исходное

состояние находится в диапазоне 2,5...3,5 мс. Пропускание открытого состояния – $30 \pm 2 \%$, коэффициент ослабления (200...400):1.

Для уменьшения времени релаксации быстродействующих шторок и модуляторов поляризации до десятков микросекунд применяются пи-ячейки. Особенностью таких ячеек является формирование промежуточной квази-стабильной структуры, время переключения из которой в рабочую и обратно много меньше, чем при переключении в исходную конфигурацию (см. рис.3). Для поддержания промежуточной структуры необходимо подавать небольшое опорное напряжение.

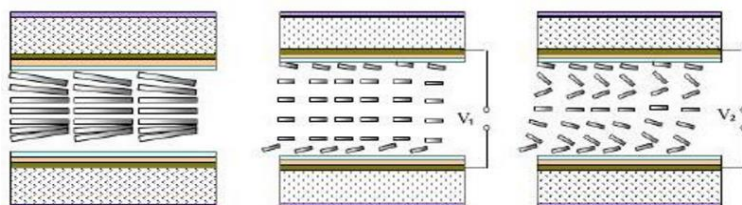


Рис. 3 Схема дисплея на пи-ячейках. Оптические оси поляризационных пленок скрещены между собой, ориентированы под углом 45° к ЖК-молекулам. Рабочее напряжение V_1 во много раз выше опорного напряжения V_2

Формы сигналов, подаваемых при статическом управлении с ненулевым опорным напряжением, приведены на рис. 4.

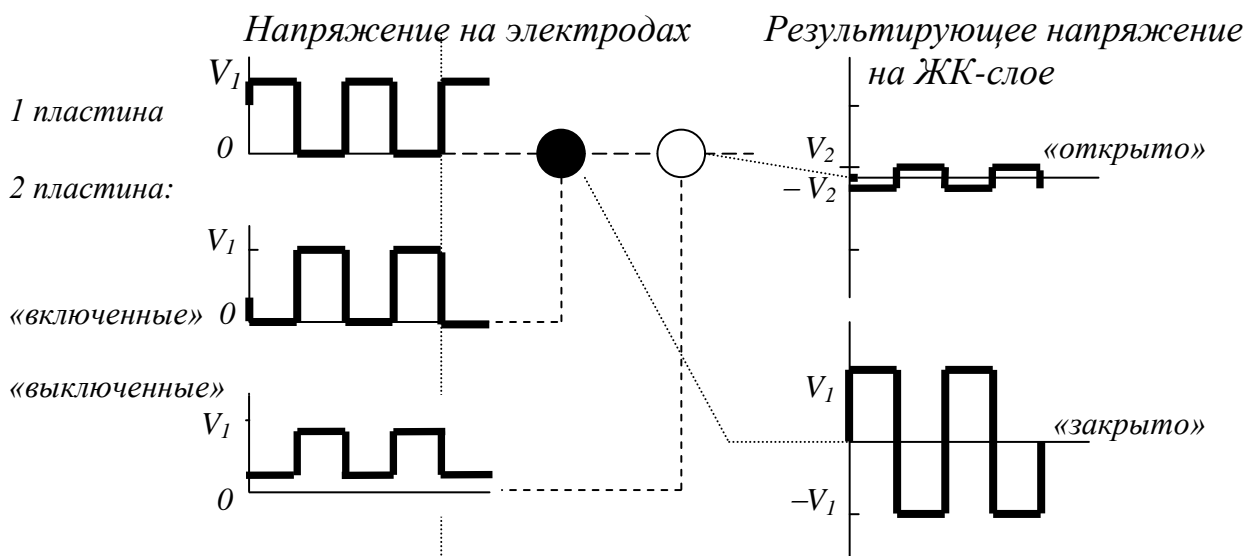


Рис. 4 Типичная форма сигналов при статическом управлении с ненулевым опорным напряжением: $(V_{RMS})_{вкл} = V_1$; $(V_{RMS})_{выкл} = V_2$

Так управляются ЖК-затворы на пи-ячейках, например, типа М-6. Для них $(V_{RMS})_{вкл} = V_1 = 20...40$ В частотой 32-250 Гц; $(V_{RMS})_{выкл} = V_2 = 2,5...3,5$ В (подбирается индивидуально по максимальному пропусканию).

Чем выше напряжение V_1 , тем лучше время перехода в закрытое состояние – если при 20В время реакции составляет 0,2...0,25 мс, то при 40 В оно составляет всего 0,05 мс. Время реакции пи-ячейки от напряжения не зависит и составляет порядка 2 мс. Пропускание в открытом состоянии – примерно 36% и по этому показателю они являются лучшими среди всех

типов быстродействующих ЖК-затворов, однако коэффициент ослабления у них – всего (8...10):1. Это ограничивает сферу применения

Для снижения энергопотребления частота управляющего напряжения может равняться кадровой частоте, однако при низких кадровых частотах (менее 85 Гц) будет наблюдаться видимое глазом мерцание изображения.

Для устранения эффекта мерцания рекомендуется работать на кадровых частотах 120...140 Гц и выше, или использовать несущую частоту 1-2 кГц.

Пушпульное управление двойной пи-ячейкой

Особыми свойствами обладает двухслойная пи-ячейка. В этой конструкции каждый из слоев (если они находятся под одним напряжением или одновременно релаксируют) является оптическим компенсатором для другого. В результате, во время релаксации оптическое состояние пары пи-ячеек остается неизменным, а переключение пары из одного состояния в другое происходит только в момент включения одной из ячеек: вместо времени релаксации оптически проявляется только время реакции (см. рис. 4). Времена переключения и в открытое, и в закрытое состояния для такого устройства составляют по 0.05...0.1 мс (при напряжении 40В), а кадровая частота достигает 150...300 Гц. Пропускание в открытом состоянии – порядка 33%, а коэффициент ослабления – (75...100):1.

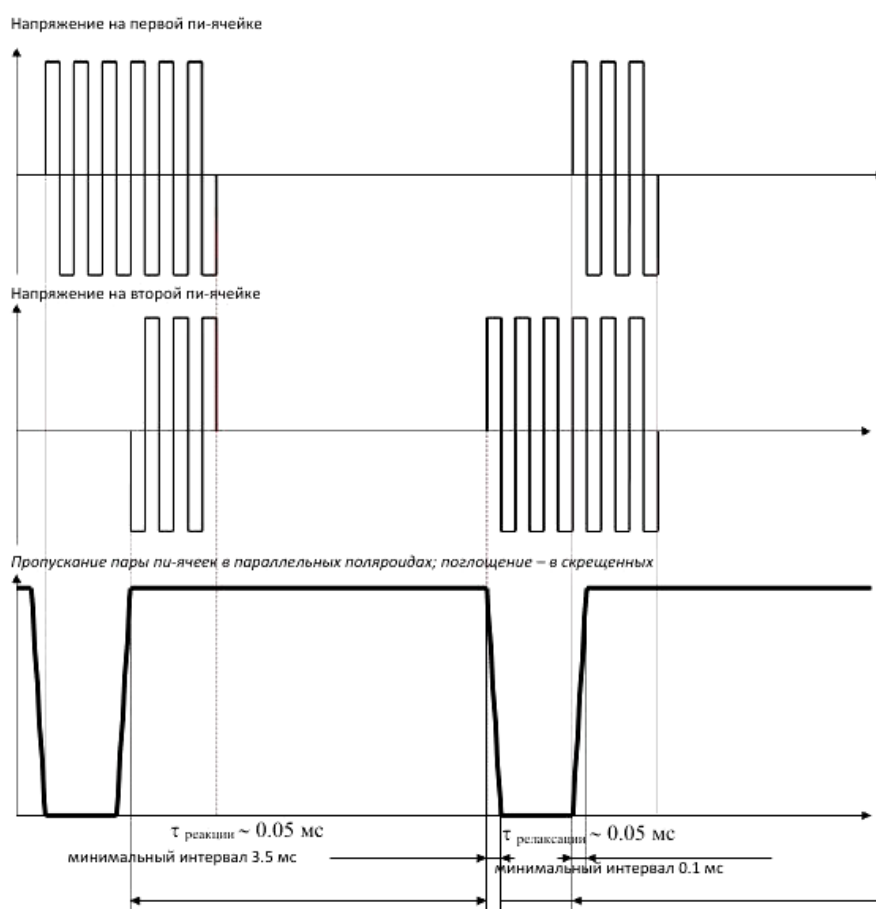


Рис. 5 Типичная форма сигналов при пушпульном управлении двойной пи-ячейкой