

Микропроцессорная техника в приборах, системах и комплексах

Лекция 19

Сенсорные экраны



Ушаков Андрей Николаевич, старший преподаватель кафедры
303

История

Семюэл Херст
1927 - 2010



Сенсорный экран был изобретён в США. В 1971 году Семюэл Херст разработал элограф, действовавший по четырёхпроводному резистивному принципу.

В 1974 году он же сумел сделать элограф прозрачным, а в 1977 — разработал пятипроводной экран.

На всемирной ярмарке 1982 года компания Херста представила телевизор с сенсорным экраном.

В 1983 году появился компьютер HP-150 с сенсорным экраном на ИК-сетке.

Первые сенсорные экраны и ПК HP-150 с сенсорным экраном



Одно из первых поколений
сенсорного экрана AssiTouch



ПК HP-150 с сенсорным экраном

Сенсорные экраны в портативных устройствах: достоинства и недостатки

Достоинства:

- Простота интерфейса;
- Сочетание большого экрана и небольших размеров самого устройства;
- Быстрый набор;
- Расширенные мультимедийные возможности.

Недостатки:

- Высокое энергопотребление;
- Механическое воздействие приводит к повреждению экрана.

Сенсорные экраны в стационарных устройствах: достоинства и недостатки

Достоинства:

- Повышенная надежность;
- Устойчивость к жестким внешним воздействиям (в т.ч. вандализм).

Недостатки:

- Ограничение точности позиционирования из-за наличия параллакса;
- Ограниченность обзора горизонтальных экранов;
- Усталость рук при работе с вертикальным экраном.

Типы сенсорных экранов

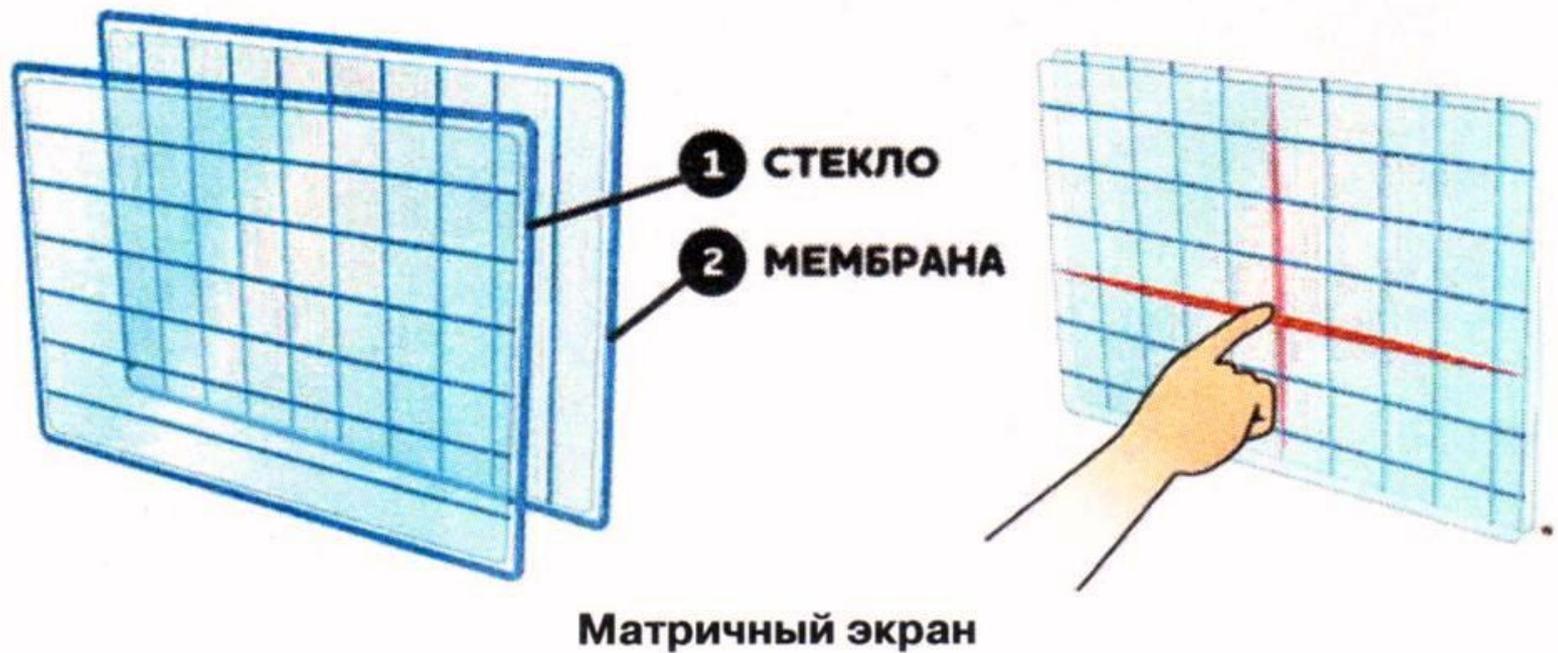
Существуют следующие типы сенсорных экранов:

- Резистивные:
 - Матричные
 - Четырехпроводные
 - Пятипроводные
- Емкостные:
 - Поверхностно-емкостные
 - Проекционно-емкостные
- Инфракрасные
- Оптические
- Тензометрические
- DST
- Сенсорные экраны на ПАВ

Резистивные сенсорные экраны. Структура



Матричные сенсорные экраны.



Матричные сенсорные экраны. Принцип работы, достоинства и недостатки.

На стекло нанесены горизонтальные проводники, на мембрану — вертикальные. При прикосновении к экрану проводники соприкасаются.

Для определения координаты касания применяется сканирование как матричной клавиатуре, что позволяет определять множественное нажатие (мульти-тач).

Достоинства: простота, дешевизна, неприхотливость.

Недостатки:

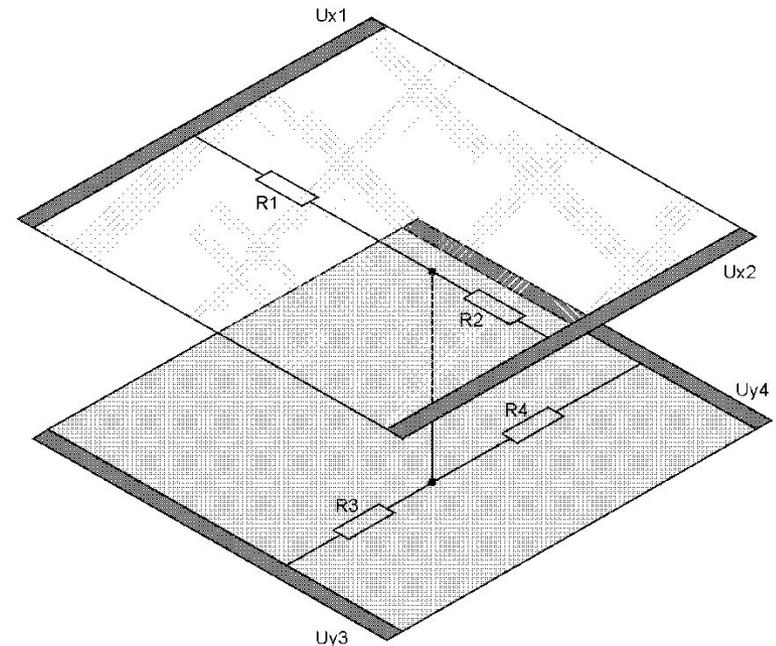
- Низкая точность;
- Элементы интерфейса нужно специально располагать с учетом клеток экрана.

Четырехпроводные сенсорные экраны

К четырехпроводному экрану подключены 4 электрода так, как показано на рисунке справа.

Каждый электрод – это проводник, имеющий длину, равную стороне стекла или мембраны.

U_{x1} и U_{x2} подключены к мембране, а U_{y3} и U_{y4} – к стеклу.



Определение координат точки касания

При нажатии на экран резистивные слои на мембране и стекле замыкаются, и сигнал регистрируется с помощью АЦП и преобразуется в координаты, определяемые по очереди.

Для определения Y-координаты:

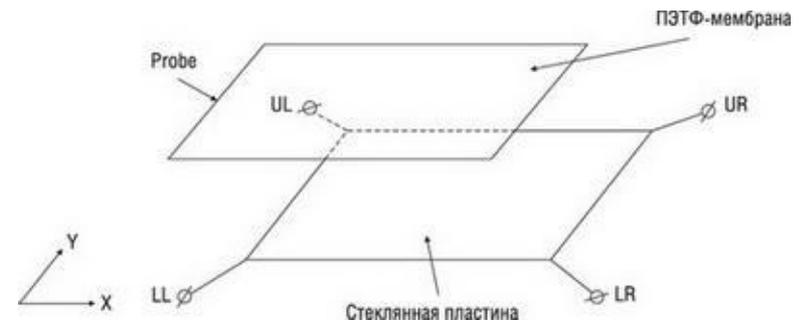
- На U_{y4} подается +5 В, U_{y3} заземляется. U_{x1} и U_{x2} соединяются накоротко, и сигнал с них подаётся на АЦП.

Для определения X-координаты:

- На U_{x1} подается +5 В, U_{x2} заземляется. U_{y3} и U_{y4} соединяются накоротко, и сигнал с них подаётся на АЦП.

Пятипроводные сенсорные экраны

Пятипроводной экран имеет резистивное покрытие только на стекле, ко всем углам которого подведены электроды (см. рисунок справа), а мембрана обладает проводящим покрытием, и к ней подключен только один (пятый) электрод. За счет этого такой экран более надежен.



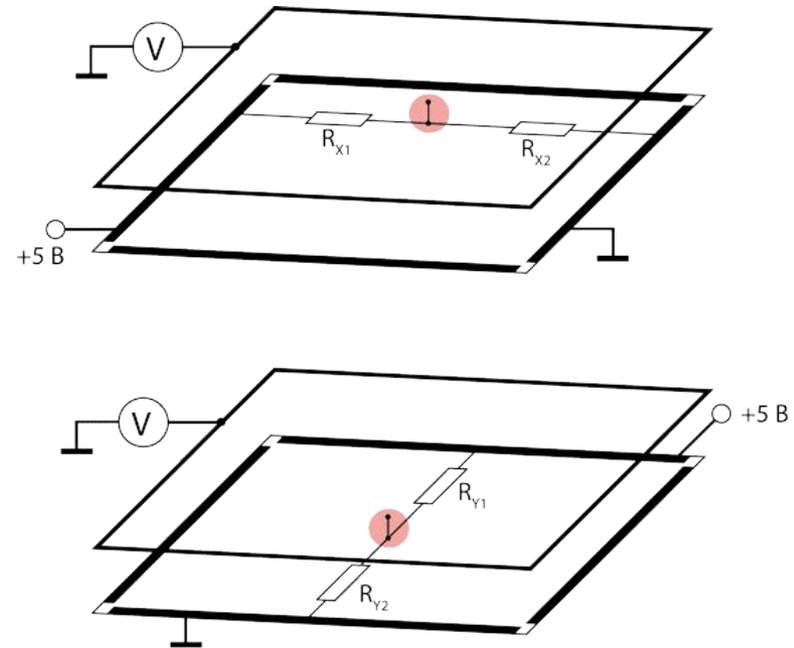
Определение координат точки касания

Изначально мембрана подтянута к +5 В, а остальные электроды заземлены.

Координаты точки касания при нажатии на экран определяются, как и в предыдущем случае, по очереди:

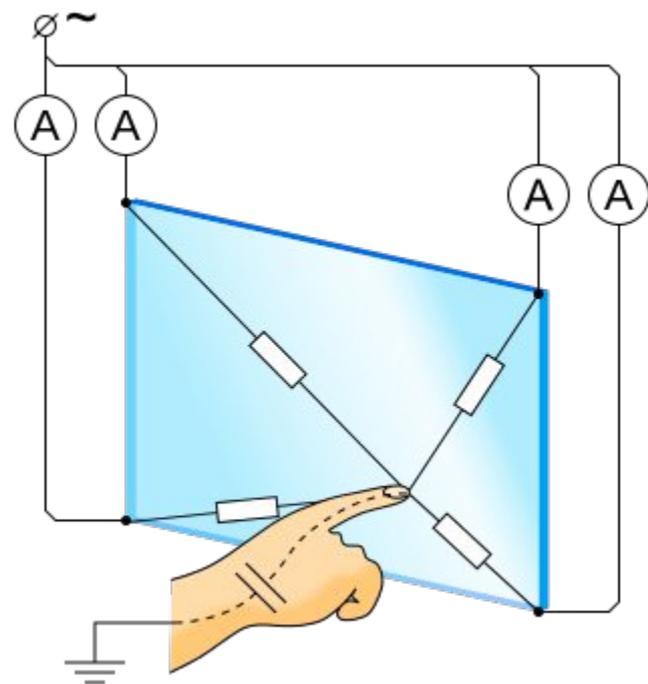
- Для X-координаты: на xR -электроды подаётся +5 В, а xL -электроды заземляются.
- Для Y-координаты: на Ux -электроды подаётся +5 В, а Lx -электроды заземляются.

Сигнал с мембраны поступает на обработку в АЦП.



Поверхностно-емкостные сенсорные экраны

Ёмкостный сенсорный экран – стеклянная панель, покрытая прозрачным резистивным материалом. Электроды, расположенные по углам экрана, подают на проводящий слой небольшое $\sim U$ (одинаковое для всех углов). При касании экрана пальцем или другим проводящим предметом появляется утечка тока.

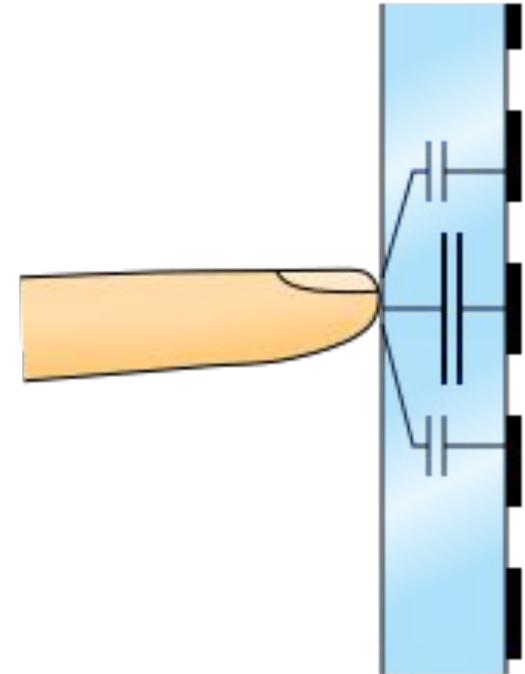


Поверхностно-емкостные сенсорные экраны. Определение координат

При этом чем ближе палец к электроду, тем меньше сопротивление экрана, а значит, сила тока больше. Ток во всех четырёх углах регистрируется датчиками и передаётся в контроллер, вычисляющий координаты точки касания.

Проекционно-емкостные сенсорные экраны. Принцип работы

На внутренней стороне экрана нанесена сетка электродов. Электрод вместе с телом человека образует конденсатор. Электроника измеряет ёмкость этого конденсатора (подаёт импульс тока и измеряет напряжение).

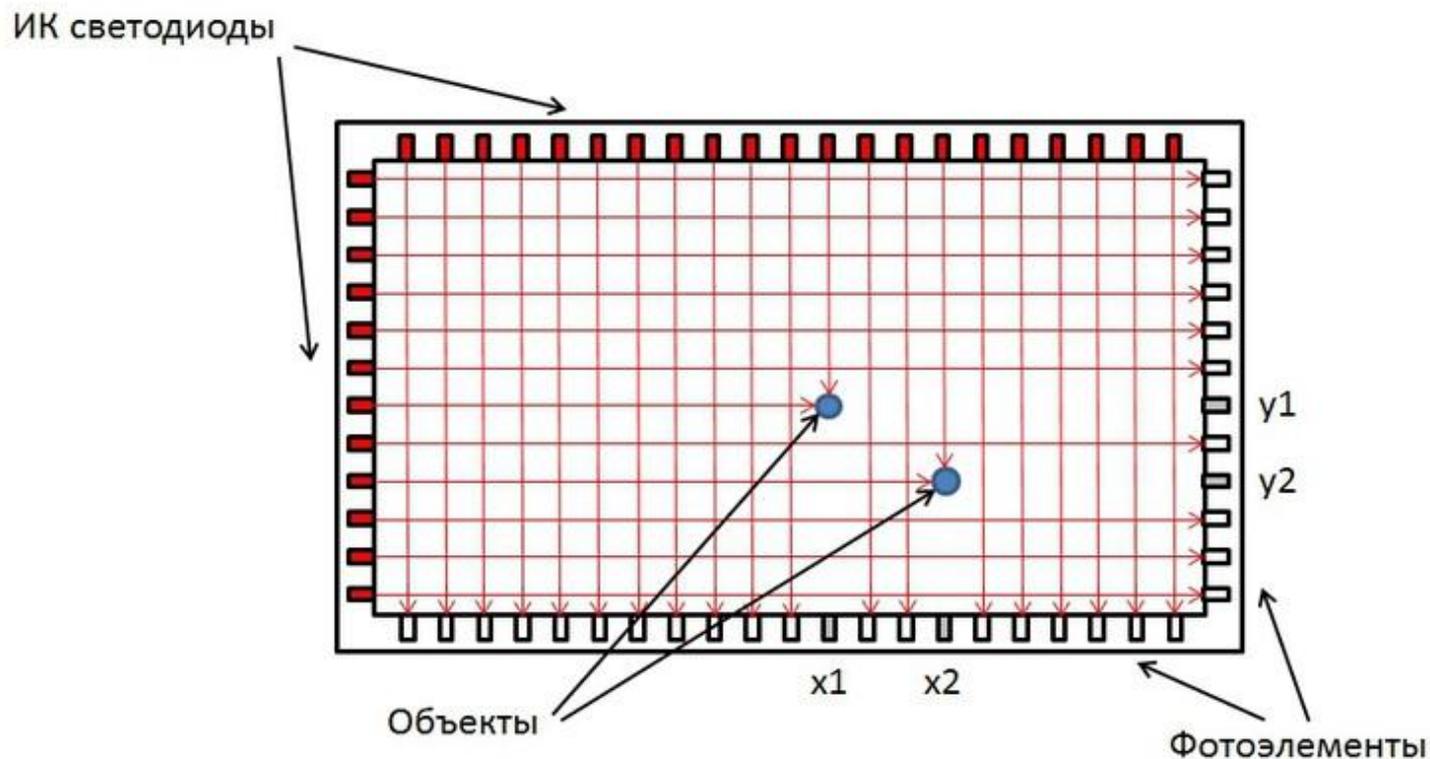


Проекционно-емкостные сенсорные экраны. Особенности

Проекционно-емкостные сенсорные экраны имеют следующие особенности:

- Прозрачность до 90%;
- Широкий температурный диапазон;
- На таких экранах может применяться толстое стекло (до 18 мм), что обеспечивает вандалоустойчивость;
- Реакция на загрязнения:
 - Не проводящие – игнорируются;
 - Проводящие – подавляются программными методами;
- Поддержка мульти-тач многими разновидностями экранов.

Инфракрасные сенсорные экраны. Принцип работы



Инфракрасные сенсорные экраны.

Достоинства и недостатки

Достоинства:

- Простота;
- Ремонтопригодность.

Недостатки:

- Боязнь загрязнений;
- Ограниченность применения из-за указанного выше недостатка.

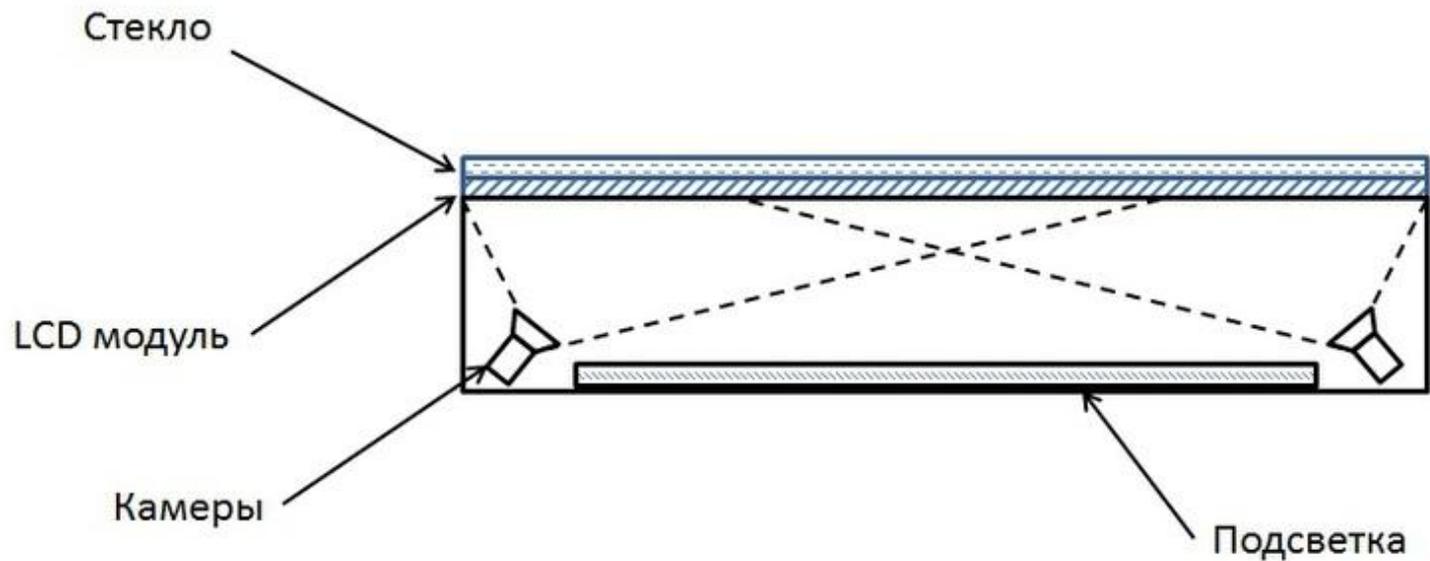
Оптические сенсорные экраны

В оптических сенсорных экранах используется эффект полного внутреннего отражения света.

Стеклопанель экрана снабжается ИК-подсветкой. На границе «стекло-воздух» происходит полное внутреннее отражение света. При нажатии свет рассеивается, и картина рассеяния фиксируется. Для этого есть две технологии:

- За экраном по краям ставятся камеры-регистраторы, запечатлевающие картину рассеяния света. Используются в проекционных экранах.
- Светочувствительным является дополнительный четвертый субпиксель ЖК-дисплея.

Проекционный оптический сенсорный экран



Сравнение возможностей сенсорных экранов разных типов

	М	4П	5П	П-Ё	Пр-Ё	ИК	Опт	ПАВ
Рука в перчатке	+	+	+	-	-	+	+	+
Твердый проводник	+	+	+	+	+	+	+	-
Твердый непроводник	+	+	+	-	-	+	+	-
Мульти-тач	+	-	+	+	+	+	+	+
Отличает перо от руки	-	-	-	-	+	-	+	-
Измерение силы нажат.	-	-	-	-	+	-	+	+
Точность	Низ.	Выс.	Выс.	Выс.	Выс.	Низ.	Сред.	Сред.
Срок жизни, млн. нажат.	35	10	35	200	∞	∞	∞	50
Защита от грязи и т.п.	+	+	+	+	+	-	+	-
Защита от вандализма	-	-	-	-	+	-	+	-
Применение	Орг.	Орг.	Орг.	Пом.	Ул.	Пом.	Пом.	Пом.

