

Трехкоординатное управление

Миниатюрные, стандартные и промышленные джойстики обладают всеми свойствами, необходимыми для управления объектами трехкоординатного перемещения

Александр Карман,
karman@micropribor.kiev.ua

Алексей Келин,
kelin@micropribor.kiev.ua

Алексей Кожемяка,
alex@micropribor.kiev.ua

Управление объектами в трехмерном пространстве – одна из областей, в которой требования к новым решениям с каждым днем существенно возрастают, что приводит к необходимости новых разработок и улучшения технических характеристик уже существующих продуктов. Такое управление в реальном масштабе времени с обратной связью, осуществляемой оператором, эффективно обеспечивается как потенциометрическими джойстиком, так и джойстиком на эффекте Холла.

Возможности и основные характеристики промышленных потенциометрических джойстиков делают их наиболее удобным инструментом для контроля объектов трехкоординатного перемещения – от управления грузом на стреле подъемного крана, барабаном зернового комбайна, навесными агрегатами строительной дорожной машины до радиоуправления авиамоделями.

Принципиально джойстик представляет собой электронно-механический преобразователь перемещений рукоятки (штока) в сигналы управления для исполнительных механизмов, обеспечивающих движение транспортного средства, подъем и перемещение грузов, выполнение



Рис. 1. Наличие прорези позволяет обеим скобам одновременно участвовать в сложном движении под управлением единого отклоняющего штока, поворачивая на соответствующий угол оси потенциометров

других функционально предусмотренных действий.

Потенциометрический джойстик имеет от одного до трех потенциометров (по числу осей), которые устанавливаются в среднюю позицию (по номиналу сопротивления), что соответствует центральной (нулевой) позиции штока. Поводок штока помещен в прорезь сферообразной скобы, закрепленной на оси X-потенциометра (рис. 1). Вторая скоба расположена перпендикулярно первой и закреплена на оси Y-потенциометра.

В прямоугольной системе координат наклон штока инициирует перемещение вдоль осей X и Y пропорционально изменению сопротивления потенциометров относительно заданного среднего значения, причем увеличение этого сопротивления преобразуется в перемещение в положительном направлении оси координат, уменьшение – в отрицательном.

Поворот головки штока джойстика вокруг своей оси передается на Z-потенциометр, изменение сопротивления которого инициирует перемещение по высоте, причем поворот по часовой стрелке соответствует движению в положительном направлении оси Z, против – в отрицательном.

Конструктивно потенциометрические джойстики могут быть разделены на миниатюрные, стандартные и промышленные. Эти виды джойстиков, изготавливаемые компанией Megatron (www.megatron.de), и будут предметом дальнейшего рассмотрения.

Мини-манипуляторы

Миниатюрные джойстики, примеры которых представлены в табл. 1 и на рис. 2, предусматривают монтаж на клавиатуре или панели управления.

Особенностью джойстика 806 (тип E), оснащенного тремя кнопками, является режим так называемого фрикционного сжатия по оси Y, обеспечивающий замедление перемещения с целью более точного позиционирования. Режим настраивается комбинациями сопротивления в диапазоне 0–84 кОм с шагом 12 кОм и кодируется кнопками T1, T2, T3, включенное состояние которых соответствует максимальному сопротивлению – 84 кОм (и максимальному замедлению), а выключенное – нулевому сопротивлению (замедление отсутствует). Иные сочетания включенных и выключенных кнопок T1, T2, T3 задают сопротивление 12, 24, 36, 48, 60 и 72 кОм.

Кроме того, в миниатюрных джойстиках предусмотрен пружинный возврат штока в нулевое положение. А

особенностью джойстика серии 828 являются способность работать в условиях низкочастотной вибрации (10 г), одиночных ударов (30 г, MI-STD-202F) и степень защиты IP-54, что соответствует параметрам стандартных джойстиков.

Устойчивая выносливость

Стандартные джойстики (табл. 2) отличаются от миниатюрных наличием металлических корпусов, степенью защиты IP-54, работоспособностью в условиях механических нагрузок согласно MIL-STD-202F и более широким температурным диапазоном.

Так, в джойстиках серии 813 значительных размеров кноппель (ручка управления) позволяет полностью разместить кнопки для управления, например, фокусировкой и трансфокатором TV-камеры.

Джойстик серии 825 имеет металлический корпус с внешним размещением потенциометров, пружинный возврат штока в нулевое положение и от-



Рис. 2. Несмотря на малые габариты, миниатюрные джойстики обладают развитой функциональностью

личается возможностью использования вместо потенциометра оптоэлектронного датчика импульсов SP6 (540 импульсов на полное отклонение штока). В данном случае обеспечивается TTL-совместимый квадратурный выход, предельная частота сигналов которого – 100 кГц. Ресурс эксплуатации при этом существенно повышается

Табл. 1. Миниатюрные джойстики Megatron



Функция/Серия	802	806	812	828
Управление по осям	2	2	1, 2, 3	2, 3
Наклон штока	±30°	±30°	±25° ±45° (Z)	±10°–15° ±30°–35° (Z)
Тип потенциометра	графит	графит	пров. пластик	пров. пластик
Номинал потенциометра, кОм	10	5	5	10
Ресурс наработки, циклов	10 ⁵	10 ⁵	5 × 10 ⁶	5 × 10 ⁶
Кнопки управления	0/1	0/3	0/1/2	0/1
Ресурс кнопок, циклов	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶	нет данных
Диапазон темпер., °C	от –50 до +125	от –10 до +55	от –50 до +125	от –20 до +60

Табл. 2. Стандартные джойстики Megatron



Функция/Серия	813	825	827
Управление по осям	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3
Наклон штока	±27° ±45° (Z)	±30° ±45° (Z)	±20° ±45° (Z), ±19° (PW30)
Тип потенциометра	пров. пластик	пров. пластик	пров. пластик
Номинал потенциометра, кОм	5	10	10
Ресурс наработки, циклов	5 × 10 ⁶	5 × 10 ⁶	5 × 10 ⁶
Кнопки управления	0/1/2	0/1	0/1 или мини-джойстик PW30
Ресурс кнопок, циклов	10 ⁶	2 × 10 ⁵	2 × 10 ⁶
Диапазон темпер., °C	от –50 до +125	от –20 до +70	от –20 до +70

(около 100 тыс. часов) и задается оптоэлектронной системой датчика. Определенные ограничения накладываются на устойчивость к механическим воздействиям: вибростойкость – 2 g, одиночные удары – 5 g. В двухосевом варианте джойстика 825 допускается установка микропереключателей по осям X и Y, срабатывающих на определенных углах наклона штока (по выбору заказчика).

Стандартный джойстик серии 827 представляет собой двух- или трехосевую конструкцию, полностью закрытую металлическим корпусом, при использовании резинового уплотняющего кожуха степ-

ень защиты IP-54 осуществляется не только в области штока, но и по всему объему джойстика. PW30 представляет собой одноосевой джойстик, который обеспечивает формирование сигналов управления по Z-оси. Пределы отклонения штока ±15–19°, потенциометр 10 кОм, ресурс 2 × 10⁶ циклов.

Многофункциональный потенциал

Индустриальные джойстики (табл. 3) отличаются прежде всего расширенными функциональными возможностями, степенью защиты IP-65 и повышенной устойчивостью к механическим воздействиям (вибрация – 10 g, одиночные удары – 30 g). Шток управления индустриальных джойстиков обычно выполняется в виде эргономичной рукоятки – массивного гри-

фа, удобно охватываемого ладонью в процессе эксплуатации крановых механизмов, строительных машин и другой тяжелой техники.

Индустриальный джойстик серии 890 (рис. 3) в стандартном исполнении оснащается потенциометрами на основе проводящего пластика и имеет ресурс 5 млн циклов. При установке бесконтактных потенциометров (серия 890, тип К – индуктивный принцип) ресурс джойстика возрастает до 10 млн операций.

Конструкция джойстика предусматривает размещение до 6 микропереключателей (не более трех для каждой из осей), срабатывающих при углах наклона грифа, задаваемых пользователем (например, +10° и –10°). Кнопки, размещаемые непосред-

ственно в грифе, обеспечивают коммутацию сигналов током до 10 А (250 VAC), ресурс – 300 тыс. переключений.

Индустриальный джойстик серии 891 (рис. 4) – «Кобра» – изготавливается в 1-, 2-, 3-, 4-осевом варианте, имеет пружинный возврат грифа к нулевому положению и 8 элементов управления, в том числе кнопки со светодиодной индикацией. Джойстик серии 891 оснащает-

ся потенциометрами 10 кОм с допуском на сопротивление ±15 % при нелинейности ±3 % (ресурс эксплуатации – 5 млн циклов) или бесконтактными потенциометрами (индуктивный принцип) с нелинейностью ±0,5 %, ресурс при этом повышается до 10 млн циклов. Кроме того, ужесточение допуска и нелинейности сопротивления улучшает плавность и дискретность управления.

Восемь элементов управления, смонтированных на грифе, значительно расширяют функции этого манипулятора. Их назначение и возможности существенно различны: две потенциометрические кнопки (10 кОм, 1 mA, 10 млн циклов) – одна на верхней стороне грифа, другая на обратной – позволяют управлять двумя механизмами вертикального перемещения (Z1, Z2), три кнопки на верхней части грифа коммутируют сигналы током до 100 mA (50 VDC) и обладают повышенным ресурсом эксплуатации – 500 тыс циклов, а два переключателя со светодиодной сигнализацией коммутируют достаточно большой ток – 5 А (30 VDC), но имеют ограниченный ресурс – 10 тыс. переключений. Триггерный переключатель (ресурс не менее 100 тыс. циклов) на обратной стороне грифа (вместо него может быть установлена кнопка) способен коммутировать сигналы током до 100 mA (30 VDC).

В целом, джойстики серии 891 ориентированы на управление агрегатами со сложным алгоритмом работы, который предусматривает не только управление трехкоординатным перемещением объектов, но и активацию с помощью кнопок дополнительных функций – например, замедленное позиционирование, включение/отключение магнитного захвата, управление положением ковша и т. п.

Таким образом, к преимуществам потенциометрических джойстиков следует отнести простоту формирования сигнала для исполнительных механизмов, широкий температурный диапазон работы, высокие значения ресурса эксплуатации и дискретности инициирования перемещения при применении импульсных датчиков высокого разрешения.

Вместе с тем в рассмотренных потенциометрических джойстиках отсутствуют варианты изделий с интерфейсами USB и CANBus, существенно облегчающими взаимодействие с индустриальным компьютером. Выходы с такими интерфейсами типичны для джойстиков на основе эффекта Холла, которые и будут рассмотрены в одной из следующих публикаций. **MA**



Рис. 3. Индустриальный джойстик серии 890 изготавливается в 1-, 2-, 3-осевом вариантах и имеет пружинный возврат грифа в нулевое положение

Рис. 4. Индустриальный джойстик серии 891 – «Кобра» – отличается улучшенной эргономикой, обеспечивающей удобство манипулирования не только изогнутым грифом, но и размещенными на нем переключателями

Табл. 3. Индустриальные джойстики Megatron		
Функция/Серия	890	891
Управление по осям	1, 2, 3	1, 2, 3, 4
Наклон штока	±22–26°	±22–26°
	±45°–50° (Z)	±15° (±4°) (Z1, Z2)
Тип потенциометра	пров. пластик	пров. пластик
Номинал потенциометра, кОм	10	10
Ресурс наработки, циклов	5 × 10 ⁶	5 × 10 ⁶
Кнопок управления	до 6	до 8
Ресурс кнопок, циклов	3 × 10 ⁵	5 × 10 ⁵
Диапазон темпер., °C	от –20 до +65	от –20 до +60

Вбудовані модулі



 **kontron**

 **aimtec**

 **LINEAR**
TECHNOLOGY

 **intel**

 **WAGO**
INNOVATE CONNECTIONS

 **MEGATRON**

 **ASM**

 **Melexis**
Microelectronic Integrated Systems

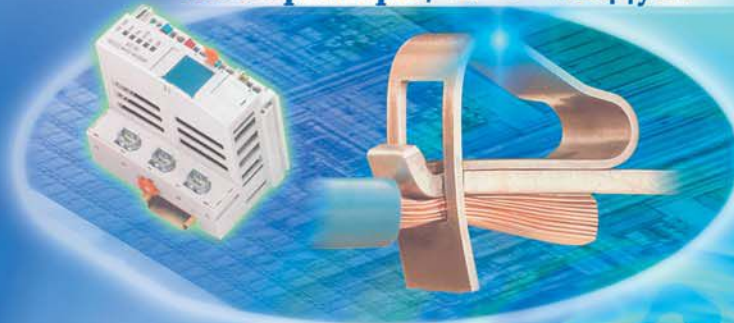
 **WILCOXON**
RESEARCH

 **inova**
Computers

 **TEXAS**
INSTRUMENTS

 **AZNAGANO**

Контролери, I/O - модулі



Електронні компоненти



Датчики, маніпулятори



ТОВ «МІКРОПРИЛАД»

4, вул. Котельникова,
Київ, 03115, Україна

тел.: 38 (044) 459 6895

факс: 38 (044) 459 6894

sales@micropribor.kiev.ua

www.micropribor.com.ua

ПАРТНЕРСТВО В ЕЛЕКТРОНІЦІ