

MicroSystems, Inc. (Бустер/Worchester, Массачусетс, США), Polar Semiconductor, Inc. (Миннесота, США), Sanken L.D. Electric (Jiang Yin) Co., Ltd (Jiangyin, Китай), европейское отделение Sanken Power Systems (UK) Limited базируется в г. Бридженд (Bridgend), Великобритания. Президент фирмы — Садатоси Иджима (Sadatoshi Iijima). Мощные полупроводниковые приборы и микросхемы Sanken отличаются высокой надежностью и широко применяются в промышленной, офисной и бытовой радиоэлектронной аппаратуре. В разделе каталога IC/Motor Driver IC [6] ДД сгруппированы в категории: 2-Phase Stepper Motor Unipolar Driver IC — драйверы униполярных двухфазных шаговых двигателей (37 наименований микросхем); High Voltage Driver IC — высоковольтные драйверы (30 наименований). Большую номенклатуру ДД выпускает и компания Allegro MicroSystems.

Драйверы двигателей некоторых фирм особенно широко применяются в серийной аудио-, видеоаппаратуре, бытовой и офисной технике. К таким фирмам, в частности, относятся: Hitachi, RHOM, SANYO, Toshiba и некоторые другие. Широкая номенклатура, крупносерийное производство и доступность технической документации выпускаемых ДД этих фирм позволяет использовать их для разработки радиоэлектронной аппаратуры различного назначения. Все перечисленные компании работают в полупроводниковой отрасли длительное время, что дает уверенность в стабильности производства их продукции и в дальнейшем.

Компания SANYO Semiconductor Co., Ltd (префектура Гунма/Gunma, Япония) выделена в отдельную структуру в июле 2006 г. из материнской компании SANYO Electric Co., Ltd, ведущей свою деятельность с 1947 г. В состав новой компании входят 8 аффилированных производственных и 8 дистрибьюторских подразделений, 3 дизайн-центра. Объем продаж — 1591 млрд иен (2007 г.). Президент — Тэруо Табата (Teruo Tabata) [7]. Предприятия компании за пределами Японии расположены в Китае, Таиланде, Вьетнаме, на Тайване и Филиппинах. Европейское дистрибьюторское подразделение SANYO Component Europe GmbH Semiconductor Div базируется в Мюнхене, сфера деятельности подразделения охватывает и Россию [8].

В раздел каталога Motor Driver ICs [9] фирмы включены драйверы шаговых двигателей (Stepping Motor Drivers, 78 наименований микросхем); драйверы коллекторных двигателей (Brush Motor Drivers, 45 наименований); драйверы бесконтактных двигателей постоянного тока БДПТ (Brushless Motor Drivers, 113 наименований); драйверы электромагнитных актуаторов (Voice Coil Motor, 8 наименований), драйверы пьезоактуаторов (Piezo-actuator Drivers, 3 наименования); мощные ОУ (Power Operational Amplifiers, 33 наименования). В предлагаемой статье рассмотрены особенности микросхем драйверов дви-

Таблица 1. Классификационные данные микросхем электропривода двигателей постоянного тока SANYO Semiconductor

Тип микросхемы	Статус	Корпус	Упит (VM), В	Имакс (Io), А	Число каналов	Особенности
LA5587	P	SIP5	3,8–16	1,4	1	Контроллер скорости двигателей постоянного тока
LB11650	P	SIP14HZ	8–28	1,5	1	Реверсивный ДД с ШИМ-выходом
LB11651	P	SIP14HZ	8–28	3	1	То же
LB11651H	P	HSOP36J (375mil)	8–28	3	1	То же
LB1638	P	DIP10S (300mil)	2,2–7	1	1	Низковольтный реверсивный ДД с малым Унасыщ
LB1638M	P	MFP10S (225mil)	2,2–7	1	1	То же
LB1641	P	SIP10	5–18	1,6	1	Реверсивный драйвер
LB1830M	P	MFP10S (225mil)	3,0–9	0,2	1	Драйвер с постоянным выходным напряжением
LB1836M	P	MFP14S (225mil)	1,8–9	1	2	Возможно использование в качестве драйвера шаговых двигателей
LB1837M	P	MFP14S (225mil)	3–9	0,2	1	То же
LB1843V	P	SSOP20 (225mil)	3–9	0,8	1	Драйвер с токовым управлением
LB1930M	P	MFP10S (225mil)	2,2–10,8	1	1	Низковольтный реверсивный ДД с малым Унасыщ
LB1838T	P	MSOP8	2,2–10	0,8	1	То же
LB1947	P	SIP13H	10–45	2	1	Реверсивный ДД с токовым ШИМ-управлением
LB1948M	P	MFP10S (225mil)	2,5–16	0,8	2	Возможно использование в качестве драйвера шаговых двигателей
LV8011V	P	SSOP20 (225mil)	2–6,5	1	1	Полномостовой ДД
LV8012T	P	TSSOP24 (225mil)	2–7	1,4	2	Возможно использование в качестве драйвера шаговых двигателей
LV8014T	P	TSSOP24 (225mil)	2–7	1,4	2	То же
LV8013T	P	MSOP8	2–15	1,2	1	Полномостовой ДД
LV8018W	P	SQFP48 (7X7)	2–3,6	0,5	4	То же
LV8019LP	N	VQLP24 (3,5X3,5)	3–7,4	1,2	1	То же
LV8019V	N	SSOP16 (225mil)	3–7,4	1,2	1	То же
LV8075LP	N	VCT16 (2,6X2,6)	2,5–5,5	0,5	1	Полномостовой ДД с постоянным Uвых
LV8080LP	P	VCT16 (2,6X2,6)	2,5–6	0,4	2	Возможно использование в качестве драйвера шаговых двигателей
LV8082LP	P	VCT16 (2,6X2,6)	2,5–6	0,4	2	Драйвер с управлением по току или напряжению
LV8085CL	P	ECSP2823-10	2,5–6	0,4	2	То же
LV8086T	N	TSSOP24 (225mil)	2–7	1,4	2	То же
LV8400V	N	SSOP16 (225mil)	4–15	1,2	1	Полномостовой ДД
LV8401V	N	SSOP16 (225mil)	4–15	1,2	1	То же
LV8405V	N	SSOP16 (225mil)	1,5–15	1,4	2	Возможно использование в качестве драйвера шаговых двигателей
LV8406T	N	TSSOP20J (225mil)	1,5–15	1,4	2	То же
LV8411GR	N	VCT24 (3,0X3,0)	2,5–5,5	0,4	4	То же
LV8413GP	N	VCT16 (2,6X2,6)	2,5–5,5	0,4	2	То же
LV8731V	D	SSOP44K (275mil)	9–32	2	2	То же
LV8740V	D	SSOP44J (275mil)	9–35	2,5	2	То же
LV8741V	N	SSOP44K (275mil)	9,5–35	1,5	2	То же
LV8741VB	D	SSOP36J (275mil)	9,5–35	1,5	2	То же
LV8760T	N	TSSOP20J (225mil)	9–35	3	1	Реверсивный ДД с токовым ШИМ-управлением
LV8761V	N	SSOP36J (275mil)	9–35	3	1	То же
STK681-200-E	P	SIP12 (thin type)	10–42	4,2	1	Встроенная защита по току, напряжению, температуре
STK681-210-E	P	SIP12 (thin type)	10–42	5,2	1	То же
STK681-300	P	ZIP19	10–42	2	1	То же
STK681-310	P	ZIP19	10–42	4,2	1	То же
STK681-320	P	ZIP19	10–42	5,2	1	То же
STK681-332-E	D	ZIP19 (small type)	10–42	10,8	1	То же

гателей постоянного тока из подраздела каталога Brush Motor Drivers, многие из них могут быть использованы и в качестве драйверов шаговых двигателей.

Классификационные технические параметры микросхем драйверов коллекторных двигателей из подраздела Brush Motor Drivers каталога фирмы [10] приведены в таблице 1. Буквами в таблице обозначены: P — серийные, N — новинка, D — перспективные (Under Development). Рассмотрим параметры и особенности применения ряда микросхем ДД более подробно.

Микросхемы LB11651, LB11651H (данные на сентябрь 2003 г.) представляют собой реверсивный полномостовой ДД постоянного тока. Структура микросхем приведена на рис. 1, в ее состав входят: схема управления (Control Logic Circuit); формирователь образцового напряжения (VREF Circuit); схема фиксации состояния (Latch Circuit); узел фильтров (Filter Circuit); схемы защиты (UVLO, Thermal Shutdown Circuit); полный мост на биполярных транзисторах B1, B2, H1, H2.

Назначения выводов микросхемы LB11651 (LB11651H):

- 1, 14 (1, 36, OA, OB) — выходы моста.
- 2 (8, VLS — Voltage Low Side) — вывод для подключения резистора обратной связи, при увеличении падения напряжения на резисторе R_{ос} более 0,5 В транзисторы моста закрываются.
- 3 (9, VM) — напряжение питания двигателя.
- 4 (10, VHS — Voltage High Side) — вывод для подключения ограничивающего резистора R_{огр}.
- 5 (11, Vcc) — напряжение питания логических схем.
- 6 (12, ST) — вход включения дежурного режима Standby, режим реализуется при низком логическом уровне (L) или отключенном выводе.
- 7 (13, C) — вывод для подключения конденсатора фильтра С_ф схем защиты.
- 8 (23, PWM) — вход для подачи ШИМ-сигналов.
- 9 (24, PHASE) — вход выбора режима вперед/назад.

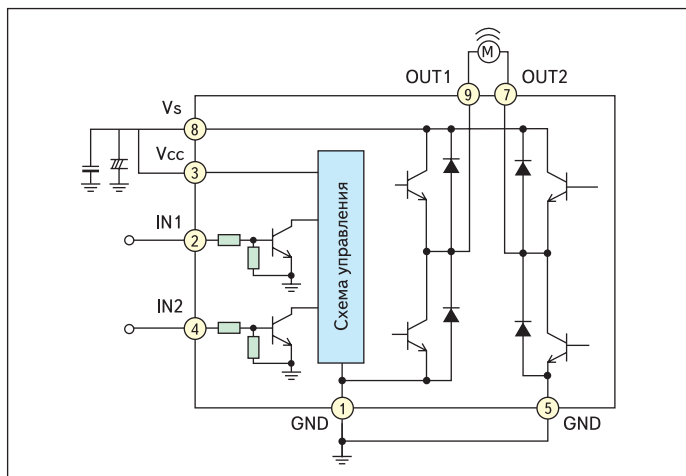


Рис. 2. Структура микросхем LB1638, LB1638M

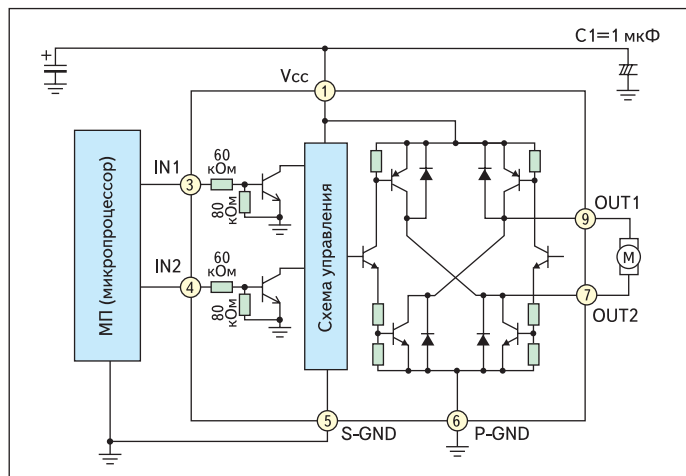


Рис. 3. Структура и схема включения микросхемы LB1930M

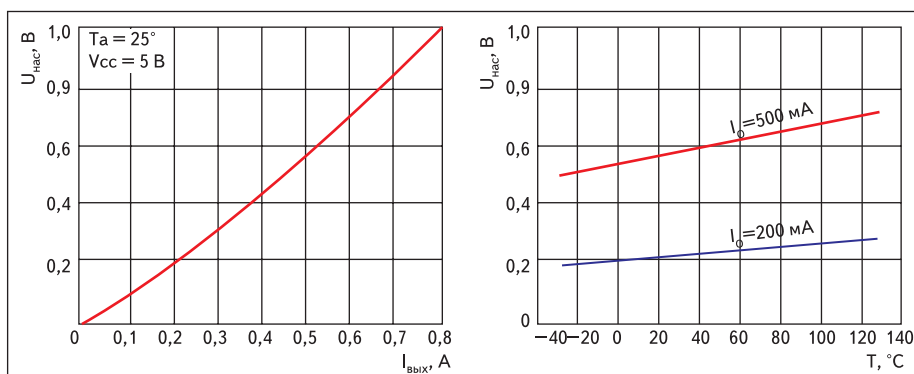


Рис. 4. Зависимость напряжения насыщения от выходного тока и температуры микросхемы LB1930M

LB1830M (по данным на февраль 2009 г.) имеет следующие характеристики: V_{cc} — 3–9 В, I_{cc} — 2–5 мА, $U_{нас}$ — 0,4 В при выходном то-

ке 80 мА, кроме стандартных рабочих режимов (с полностью открытыми выходными транзисторами) микросхема может быть ис-

пользована в режимах с регулируемым выходным напряжением.

LB1930M (по данным на февраль 2009 г.) — это экономичный низковольтный ДД с малым напряжением насыщения. Схема включения и структура микросхемы приведены на рис. 3. Таблица состояний такая же, как у LB1638 (табл. 3).

Основные параметры микросхемы при $T = 25^\circ\text{C}$:

- V_{cc} — 2,0–10,8 В;
- I_{cc} — 15–20 мА;
- $U_{нас}$ — 0,55 В при токе 0,5 А.

На рис. 4 приведены графики зависимости напряжения насыщения от выходного тока и температуры при различных выходных токах.

Практически все 2-канальные ДД фирмы из рассматриваемого подраздела каталога могут быть использованы как для привода двух коллекторных, так и одного биполярного шагового двигателя. К таким микросхемам с мостами на биполярных транзисторах относятся LB1836M, LB1837M, LB1948M, H-мосты с полевыми транзисторами реализованы в ряде микросхем серии LV.

LB1948M (по данным на декабрь 2008 г.) имеет следующие характеристики: V_{cc} — 2,5–16 В, I_{cc} — 15–30 мА, $U_{нас}$ — 0,5 В при токе 0,4 А. Микросхема может быть использована для привода одного двигателя при параллельном включении каналов, при этом максимальный выходной ток равен 1,6 А. Структура микросхемы приведена на рис. 5. При параллельном включении каналов соединены выходы 2 и 4, 3 и 5, 7 и 9, 8 и 10. Таблица состояний микросхемы идентична таблице 3 (выходам OUT3, OUT4 соответствуют входы IN3, IN4). Схема температурной защиты (Thermal Shutdown Circuit) срабатывает при повышении температуры кристалла микросхемы до 200°C , при снижении температуры до 125°C работоспособность микросхемы восстанавливается.

Микросхема LV8012T (по данным на август 2007 г.) выполнена по гибридной технологии БП-КМОП (Bi-CMOS LSI).

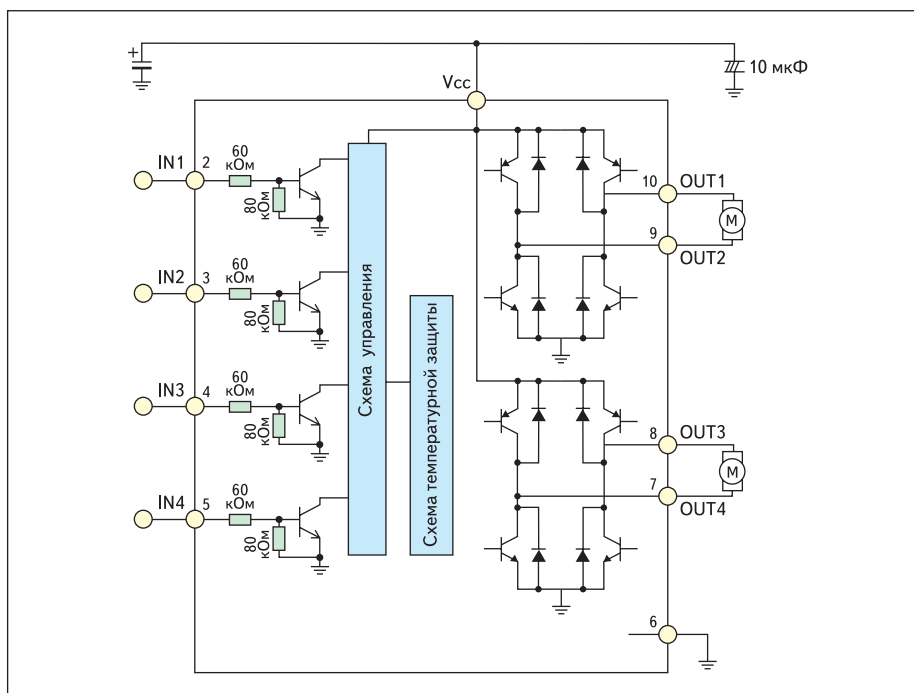


Рис. 5. Структура микросхемы LB1948M

Таблица 4. Логические состояния микросхемы LV8012T

EXTRA	EN1 (EN2)	IN1 (IN3)	IN2 (IN4)	OUT1 (OUT3)	OUT2 (OUT4)	ГПЗ	Режим
L	H	H	H	XX	XX	вкл.	дежурный
L	H	H	L	L	H	вкл.	назад
L	H	L	H	H	L	вкл.	вперед
L	H	L	L	L	L	вкл.	торможение
L	L	X	X	L	L	выкл.	дежурный
H	H	H	X	L	H	вкл.	назад
H	H	L	X	H	L	вкл.	вперед
H	L	X	X	L	L	вкл.	торможение

Особенности:

- диффузионные МОП-транзисторы Н-мостов (D-MOS FET);
- поддержка входных ШИМ сигналов управления;
- низкое напряжение насыщения и малая потребляемая мощность;
- встроенный генератор подкачки заряда (ГПЗ).

Структура микросхемы приведена на рис. 6, данные по состояниям сведены в таблицу 4. В состав микросхемы входят:

- схема управления (CMOS Logic);
- схема сдвига напряжения (Level Shift);
- генератор подкачки заряда (OSC, CHARGE_PUMP);
- схема температурной защиты и защиты от пониженного напряжения питания (Low-voltage, Thermal Protection);
- Н-мосты на полевых D-MOS FET транзисторах (H-bridge 1/2).

Назначения выводов микросхемы:

- 1, 24, 23, 22, 21, 20, 19 (EN1, EN2, IN1, IN2, IN3, IN4, EXTRA) — входы управления.
 - 2, 11 (VM) — напряжение питания двигателей.
 - 4, 9 (PGND) — корпус Н-мостов.
 - 5, 6, 7, 8 (OUT4, 3, 2, 1) — выходы Н-мостов.
 - 12 (VG) — выход генератора подкачки заряда.
 - 13 (VCC) — напряжение питания логических схем.
 - 14, 15, 16, 17 (CH1, CL1, CH2, CL2) — выводы для подключения конденсаторов вольтодобавки ГПЗ (Voltage raising capacitor).
- Основные параметры микросхемы при $T = 25^\circ\text{C}$:

- Максимальный импульсный выходной ток — 1,4 А (при $t_{\text{и}}$ менее 0,1 с).
- V_{CC} — 2,7–5,5 В, I_{CC} не более 1,2 мА (на холостом ходу генератора подкачки заряда).
- Напряжения сигналов управления V_{in} — 0 — V_{CC} .
- Максимальная частота следования ШИМ-импульсов — 100 кГц.
- Емкости конденсаторов генераторов подкачки заряда — 0,001–0,1 мкФ; R_{on} — 0,75 Ом.
- Выходное напряжение генератора подкачки заряда (VG) — 8,5–10,5 В, при подключении к выводу VG нагрузки напряжение уменьшается (типичное значение 9 В при токе I_{vg} = 0,5 мА).

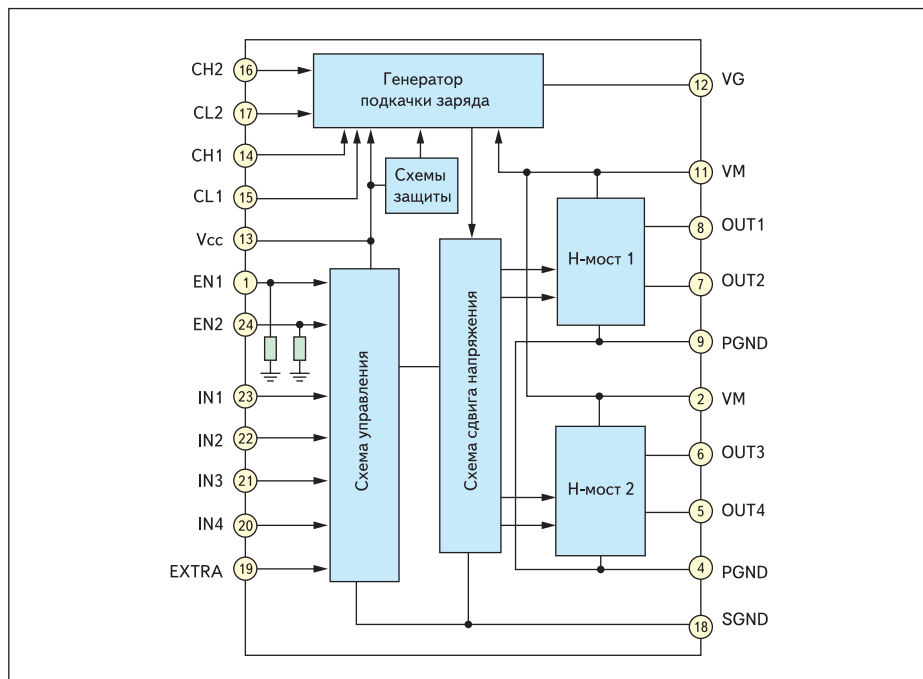


Рис. 6. Структура микросхемы LV8012T

Схема типового включения микросхемы для привода биполярных шаговых двигателей приведена на рис. 7. При напряжении питания $V_{\text{CC}} = 3,3$ В напряжение VM должно находиться в пределах 1–4 В, конденсатор фильтра $C_{\text{ф}}$ должен подключаться вблизи выводов VM, PGND микросхемы. Практически полным аналогом является микросхема LV8014T (данные на март 2008 г.), а микросхема LV8086T (март 2008 г.) отличается алгоритмом управления (таблица состояний не соответствует таблице 4), отличия параметров незначительны.

LV8080LP (корпус VCT16) (по данным на октябрь 2007 г.) — двухканальный ДД с постоянным выходным током (Two channels Constant-current H-bridge Driver). Микросхема выполнена по гибридной технологии Bi-CMOS LSI.

Особенности:

- встроенный стабилизатор напряжения;
- компаратор для подключения внешних датчиков положения роторов двигателей;
- поддержка 2-фазного и 1–2-фазного режимов шаговых двигателей (2-phase/1–2 phase drive);

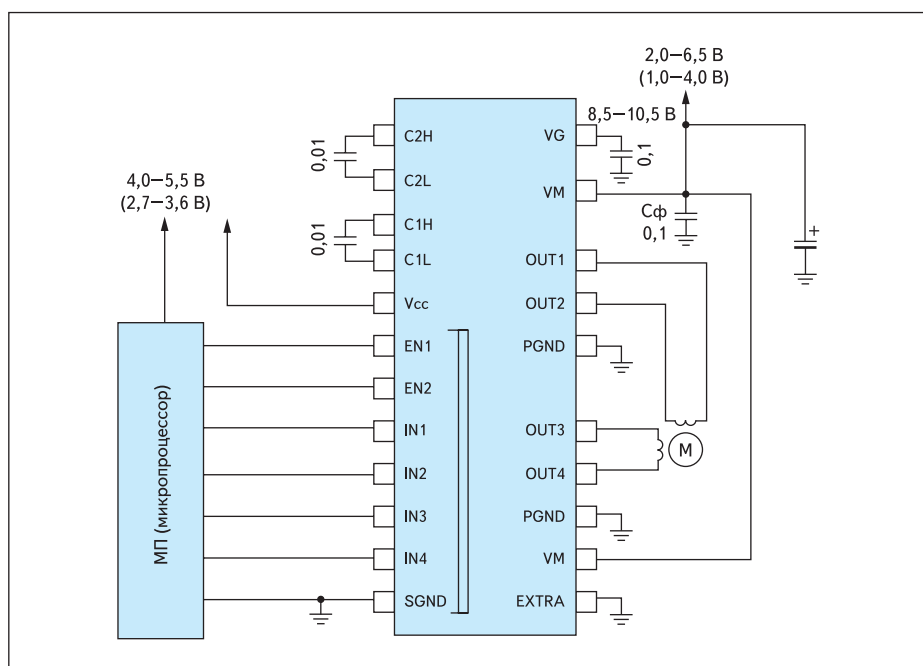


Рис. 7. Типовое включение микросхемы LV8012T

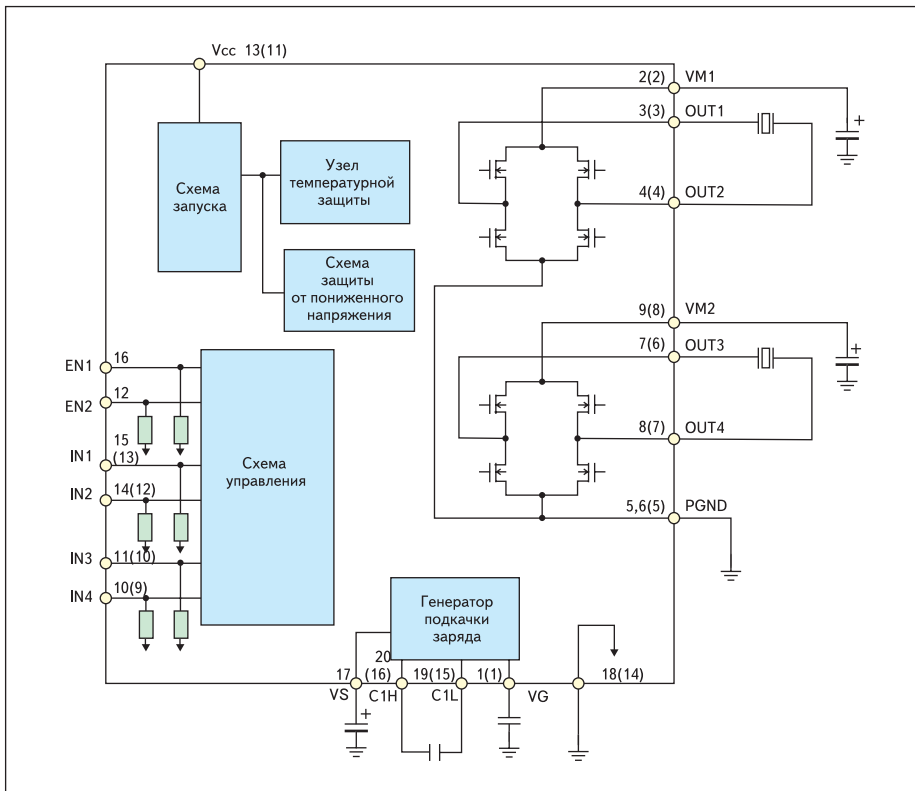


Рис. 8. Структура микросхемы LV8406T

- миниатюрный корпус (размеры 2,6×2,6 мм);
- системы температурной защиты и защиты от пониженного напряжения питания;
- R_{on} — 1,5 Ом при выходном токе 0,1 А и напряжении питания 5 В.

Величина устанавливаемых выходных токов — 0,1, 0,2 А и т. д. (величина тока задается внешним резистором). Аналогичными возможностями обладают микросхемы LV8085CL (по данным на июнь 2007 г.), но в них отсутствует встроенный компаратор и другой тип корпуса.

LV8405V, LV8406T (по данным на ноябрь 2008 г.) — двухканальные ДД с D-MOS FET транзисторами и поддержкой ШИМ входных сигналов управления. Структура и нумерация выводов микросхемы LV8406T приведена на рис. 8, в скобках указаны номера выводов микросхемы LV8405V (выводы EN1, EN2, VS отсутствуют). В состав микросхем входят: схема запуска (Startup Control Block); узел температурной защиты (Thermal Protection Circuit); схема защиты от пониженного напряжения (Reduced-voltage Protection Circuit); схема управления (Motor Control Logic); генератор подкачки заряда (Charge Pump); H-мосты на D-MOS FET транзисторах.

Основные параметры микросхемы при $T = 25^\circ\text{C}$:

- Максимальный импульсный ток 1,4 А (при t_n менее 0,1с).
- V_{cc} — 2,8–5,5 В.
- I_{cc} — 0,85–1,2 мА.
- Мощность рассеяния $P_{расс}$ — 0,8 Вт (LV8405V), 3,1 Вт (LV8406T).

- Максимальная частота следования импульсов управления $f_{\text{макс.}}$ — 200 кГц.
- Напряжение генератора подкачки заряда $V_G = (V_{cc} + V_S)$ — 9 В (в качестве источника напряжения V_S используются цепи VM1 или VM2).
- R_{on} — 0,75 Ом.

К одноканальным полномостовым ДД (1-channel H-bridge driver) относятся микросхемы LV8011V, LV8013T, LV8019LP/V, LV8075LP, выполненные по гибридной технологии Bi-CMOS IC (LSI) с H-мостами на диффузионных МОП-транзисторах (D-MOS FET).

Микросхема LV8013T (по данным на ноябрь 2008 г.) поддерживает ШИМ-управление ско-

ростью вращения двигателей. Ее структура и нумерация выводов приведены на рис. 9, в состав микросхемы входят те же узлы, что показаны на рис. 6. Типовая схема включения LV8013T приведена на рис. 10. Каскад на транзисторе VT1 используется для подачи напряжения генератора подкачки заряда с вывода TOUT на внешние устройства.

Основные параметры микросхемы при $T = 25^\circ\text{C}$:

- V_{cc} — 2,7–5,5 В, импульсный ток 2 А ($t_n < 0,1\text{с}$); частота следования импульсов управления $f_{\text{макс.}}$ — не более 200 кГц (при скважности 50%).
- Емкости конденсаторов ГПЗ (C_1 , C_2 , CVG_1 , CVG_2) — 0,001–0,1 мкФ.
- I_{cc} — 0,6–1,2 мА.
- R_{on} — 0,3 Ом.
- Выходные напряжения ГПЗ V_{G1} — 5,4 В, $V_{G2} = V_M + V_{G1} = 17,4$ В.

Параметры аналогичной по структуре микросхемы LV8011V (корпус SSOP20) несколько хуже: V_M — 2–6,5 В, V_{cc} — 4,5–5,5 В, $f_{\text{макс.}}$ < 100 кГц, I_o — 1 А.

Микросхемы LV8019LP, LV8019V (по данным на январь 2008 г.) поддерживают режим постоянного выходного тока (Constant Current Output).

Основные параметры микросхем:

- V_{cc} — 2,7–6 В.
- $f_{\text{макс.}}$ — 100 кГц.
- R_{on} — 0,45 В.

Микросхема LV8075LP (по данным на май 2008 г.) поддерживает режим постоянного выходного напряжения (Constant Voltage Control).

Основные параметры микросхем:

- V_M/V_{cc} — 2,5–5,5 В.
- R_{on} — 1,75 Ом.

К одноканальным ДД с ШИМ-управлением выходным током (PWM Current Control) относятся микросхемы LB1947 (биполярная технология), LV8760T, LV8761V (Bi-CMOS LSI технология).

Структура микросхем LV8760T, LV8761V (по данным на апрель 2008 г.) приведена на рис. 11. В ее состав входят: ГПЗ (Charge Pump); формирователь образцового напряжения

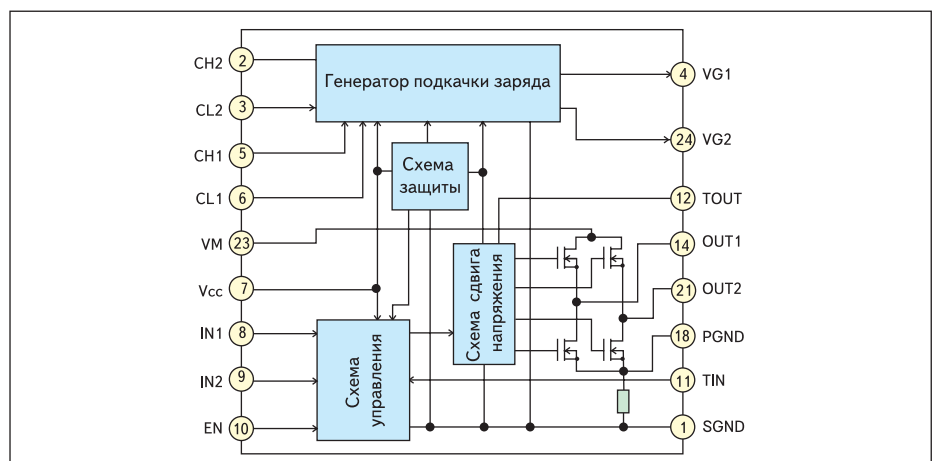


Рис. 9. Структура микросхемы LV8013T

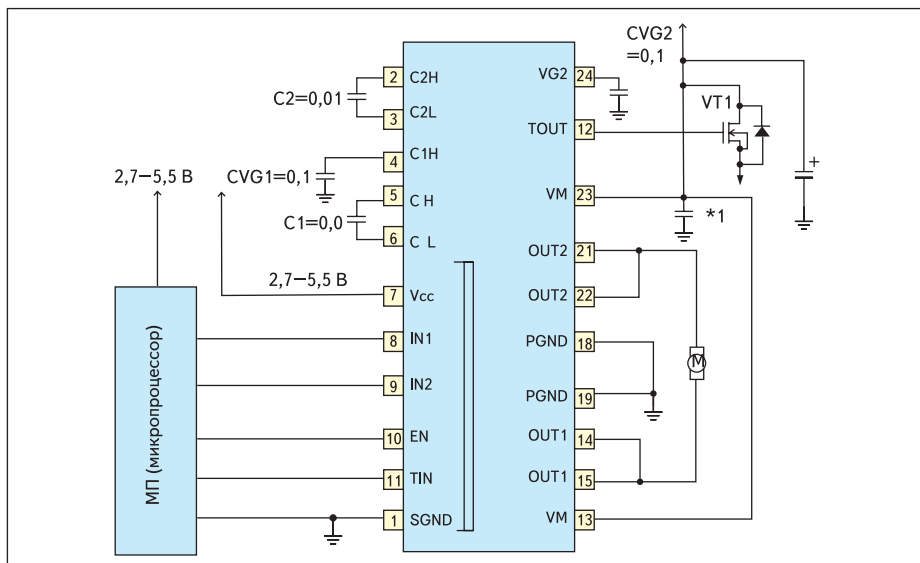


Рис. 10. Типовое включение микросхемы LV8013T

(Reference Voltage Circuit); схемы температурной защиты (TSD) и защиты от пониженного напряжения питания (LVS); генератор (Oscillation Circuit); схема защиты от коротких замыканий (Short-circuit Protection Circuit); драйверы затворов выходных транзисторов (Output Preampifier Stage); схема управления (Output Control Logic); схема ограничения вы-

ходного тока (Current Limiter Circuit) и выходные транзисторы Н-моста B1, B2, H1, H2.

Основные параметры микросхем при $T = 25^\circ\text{C}$: VM — 24 В, VCC — 5 В, VREF — 1,5 В; I_o — 3 А, $P_{\text{расс}}$ — 3,3 Вт, $I_{\text{сс}}$ — не более 4 мА, VREG (вывод REG5) — 5 В, $R_{\text{он}}$ — 0,2–0,32 Ом; частота генератора — 115–165 кГц (типовое значение — 140 кГц).

На рис. 12 приведена типовая схема включения микросхемы LV8760T, в таблице 5 перечислены состояния, а на рис. 13 представлены временные диаграммы, поясняющие алгоритм ограничения выходного тока Н-моста. Конкретная величина ограничения тока (Limit Current) определяется формулой:

$$I_{\text{огр}} = (V_{\text{ref}}[B]/5)/R_{\text{NF}},$$

где $V_{\text{ref}} = V_{\text{cc}} \times R3/R2 + R3$ (В), $R_{\text{NR}} = R1$ (Ом). При указанных на схеме рис. 12 параметрах величина ограничения тока $I_{\text{огр}} = 1,36$ А. Низкий логический уровень сигнала на выводе 10 PS (Power Save) переводит микросхему в ждущий режим, при котором ток по цепи VCC не превышает 1 мкА.

Микросхемы ДД серии STK выполнены по гибридно-пленочной технологии (Thick-Film Hybrid IC) и предназначены для электропривода двигателей постоянного тока средней мощности.

Структура микросхем STK681-200-E/210-E (по данным на июль 2008 г.) приведена на рис. 14. В состав микросхем входят: контроллер тока (Current Control), схема температурной и токовой защиты (Overheating Current Control), логические схемы управления и Н-мост, верхние плечи TR1 и TR2 которого выполнены на составных биполярных транзисторах, а ниж-

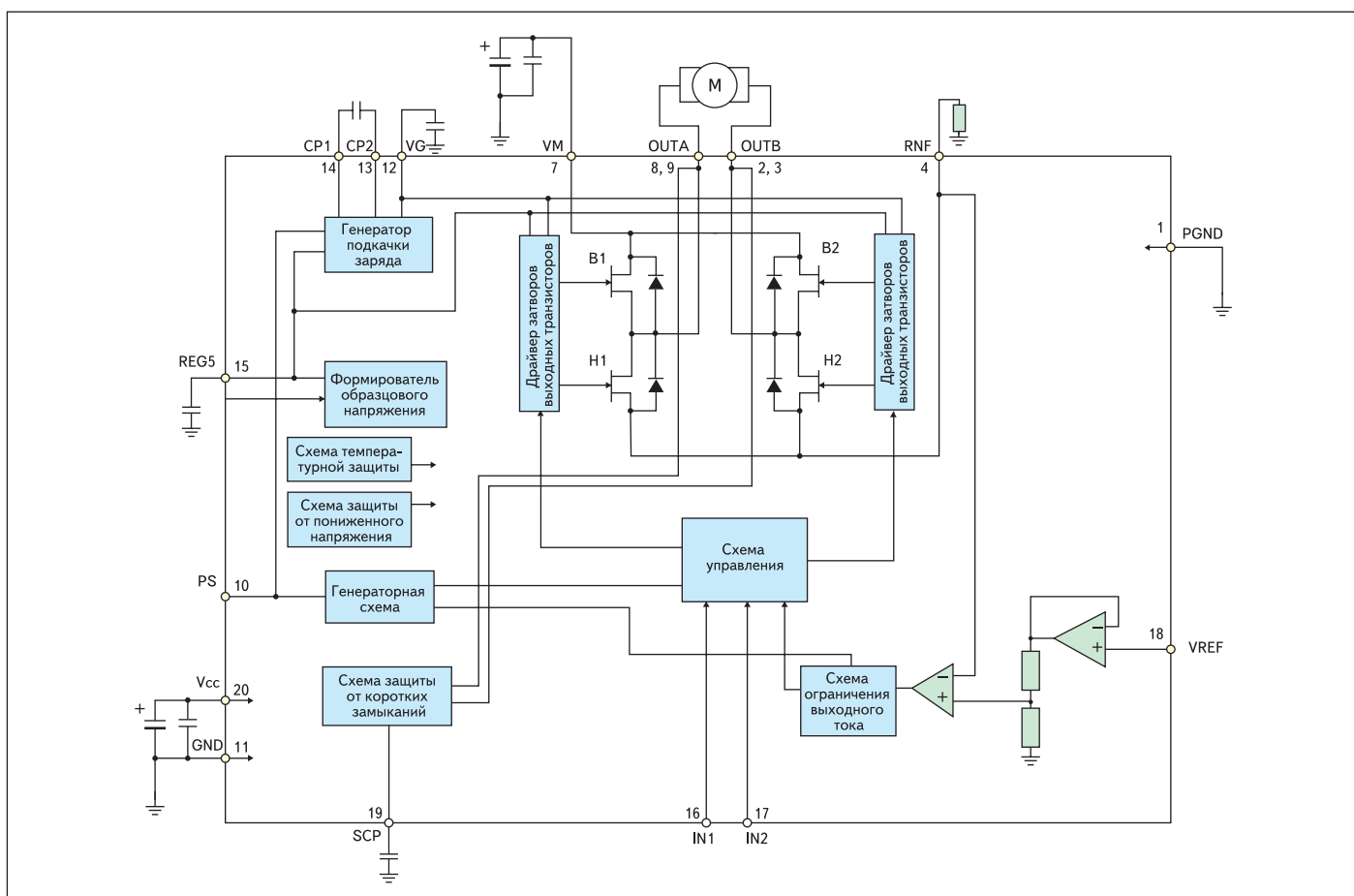


Рис. 11. Структура микросхемы LV8760T

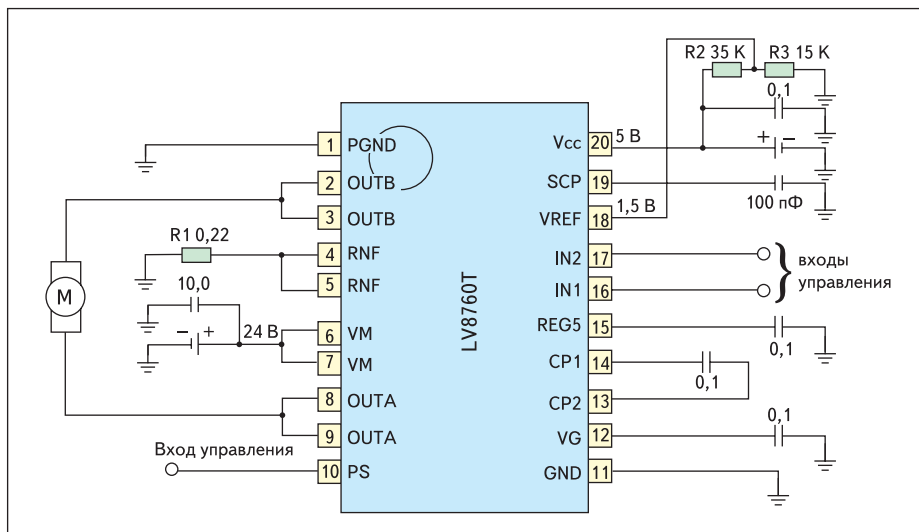


Рис. 12. Типовое включение микросхемы LV8760T

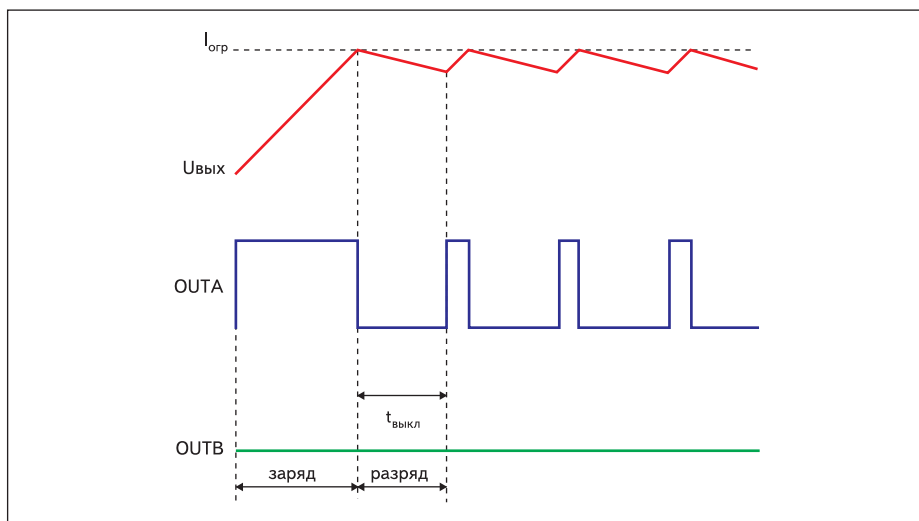


Рис. 13. Временные диаграммы микросхемы LV8760T

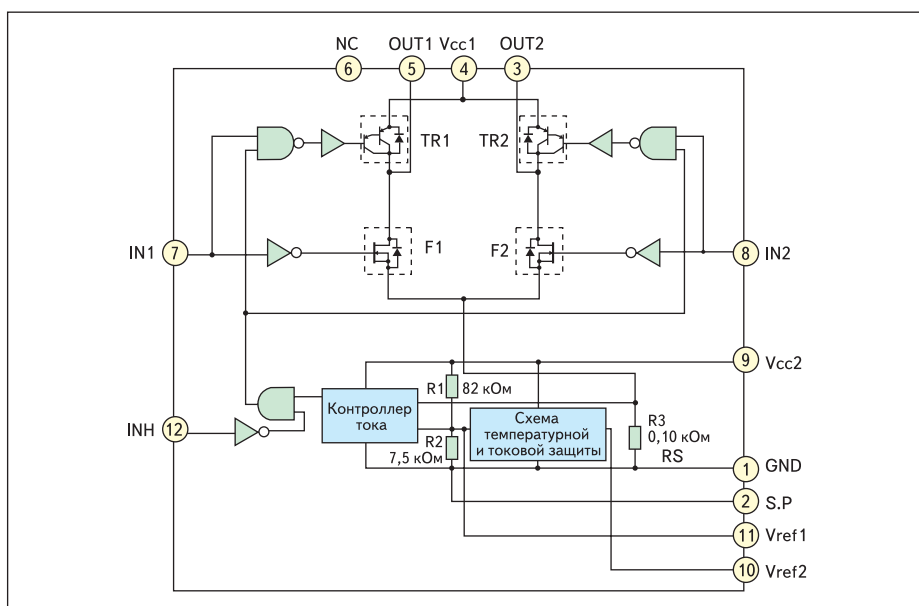


Рис. 14. Структура микросхем STK681-200-E, STK681-210-E

Таблица 5. Логические состояния микросхемы LV8760T

Входы управления			Выходы		Режимы
PS	IN1	IN2	OUT A	OUT B	
L	X	X	XX	XX	дежурный
H	L	L	XX	XX	стоп
H	H	L	H	L	вперед
H	L	H	L	H	назад
H	H	H	L	L	торможение

ние — F1 и F2 — на МОП-транзисторах. Верхние плечи H-моста микросхемы STK681-210-E также выполнены на МОП-транзисторах.

Назначения выводов микросхем:

- 7, 8 (IN1, IN2) — входы управления H-моста.
- 12 (INH) — вход включения дежурного режима или режима «стоп» во время вращения двигателя.
- 3, 5 (OUT1, OUT2) — выходы H-моста.
- 11 (Vref1) — вывод для контроля напряжения 0,42 В на делителе R1/R2, при этом напряжении пиковое значение выходного тока не превышает $I_o = Vref1/RS$.
- 10 (Vref2) — вспомогательный вывод, может быть использован для включения режима «стоп», для чего необходимо соединить его с корпусом (вывод 1).
- 2 (S.P) — напряжение Vref1 может быть уменьшено подключением внешнего резистора между выводами 2 и 11, при этом значение I_o также уменьшается.

Классификационные и предельные параметры микросхемы STK681-200-E (в скобках приведены данные для STK-681-210-E) при температуре окружающей среды 25 °C:

- Импульсный ток — 8 А (одиночный импульс длительностью 60 мс).
- Напряжение питания Vcc1 — 10–42 В, Vcc2 — 5 В $\pm 5\%$.
- Максимальный выходной ток при температуре кристалла 90 °C — 3,2 А (4,2 А).
- Максимальная температура выводов микросхем — 150°.

Основные параметры микросхем при T = 25 °C, Vcc1 = 24 В, Vcc2 = 5 В.

- Ток потребления по цепи Vcc2 — 2,7 мА (3,3 мА).
- Напряжение насыщения транзисторов верхних плеч H-моста — 0,8 В (0,15 В), нижних плеч — 0,22 В (0,2 В).
- Минимальное напряжение сигналов управления высокого уровня — 4,5 В, максимальное напряжение сигналов управления низкого уровня — 0,6 В.

На рис. 15 приведены графики зависимости температуры подложки (Substrate) микросхемы STK681-200-E без теплоотвода от мощности рассеяния и мощности рассеяния от выходного тока при напряжении питания 24 В. На рис. 16 представлены временные диаграммы сигналов управления микросхем в различных режимах, режим «вперед» реализуется при положительном напряжении на выходе OUT1 (открыты транзисторы TR1, F2, рис. 14), режим «назад» — на выходе OUT2 (открыты транзисторы TR2, F1). Режим «стоп 2» (при

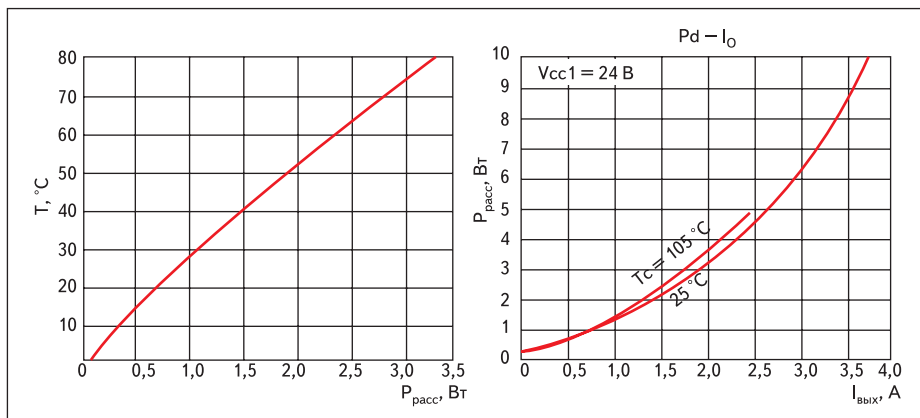


Рис. 15. Графики зависимости температуры подложки от мощности рассеяния и мощности рассеяния от выходного тока микросхемы STK681-200-E

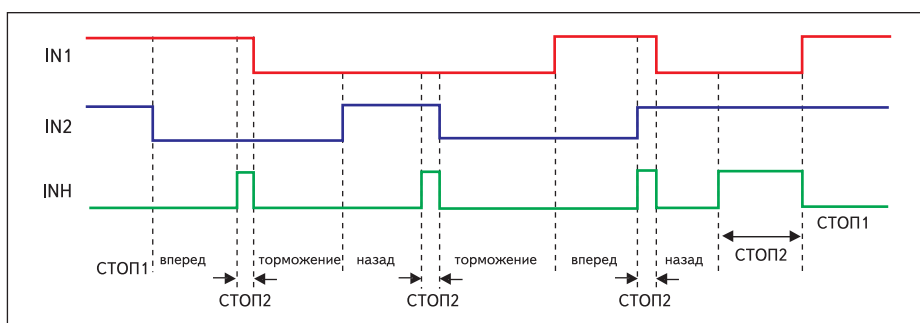


Рис. 16. Временные диаграммы сигналов управления микросхем STK681-200-E, STK681-210-E

лог. «1» на выводе INH) рекомендуется использовать при реверсировании двигателя перед переходом в режим торможения, при этом длительность интервала «стоп 2» (Dead time) не должна быть менее 10 мкс (в режиме торможения открыты транзисторы F1, F2). В режиме «стоп 1» все транзисторы моста закрыты. Микросхемы STK681-300/310 и STK681-320 отличаются от ранее рассмотренных микросхем наличием дополнительных выводов от резистора RS и контроллера тока (рис. 14).

Выводы

Сделать осознанный выбор конкретных микросхем электропривода двигателей из многих сотен вариантов весьма непросто. По мнению автора, в первую очередь разработчику следует определить предполагаемого производителя микросхем, при этом можно ориентироваться на перечень фирм в начале статьи. Облегчит решение задачи выбор компаний, позиционирующих микросхемы ДД как отдельную категорию изделий и выпускающих большую номенклатуру приборов. К таким фирмам, в частности, относятся Allegro, Hitachi, Infineon, International Rectifier, New Japan Radio (JRC), NEC, RHOM, Sanken, SANYO, Toshiba. Приведенный список не является исчерпывающим, кроме того, перед разработчиком неизбежно встанет проблема выбора конкретных дистрибьюторов, предпочтительно отечественных.

Номенклатура микросхем SANYO Semiconductor в разделе каталога Motor Drivers на середину 2009 г. представлена почти тремя сотнями позиций (283). Микросхемы в каталоге классифицированы по категориям и назначению, однако некоторые из них могут фигурировать в различных категориях. В частности, ряд микросхем подраздела Brush Motor Drivers имеются и в подразделе Stepping Motor Drivers (LB1836M, LB1837M, LB1948M, LV8012T, LV8014T, LV8085CL, LV8086T, LV8405V, LV8406T, LV8413GP, LV8731, LV8740V, LV8741V/VB). Первичный выбор необходимых микросхем ДД постоянного тока можно сделать по данным из таблицы 1 и материалам настоящей статьи. Немаловажное значение при разработке схем электропривода имеет конструктивное исполнение ДД, чертежи общего вида ряда корпусов микросхем ДД постоянного тока фирмы приведены в приложении к статье, размещенном на сайте журнала (<http://www.kit-e.ru/assets/Prilozenie-17.rar>).

В сверхминиатюрных корпусах VCT16, VCT24, VQLP24, ECSP2823 выполнены одно- и двухканальные ДД LV8019V, LV8075LP, LV8080LP, LV8082LP, LV8085CL, LV8411GR, LV8413GP. Эти микросхемы обладают высокой эффективностью (КПД), поэтому их можно применять в мобильных приложениях, например в робототехнике, в приводах двигателей объективов видеокамер и других устройствах с автономным питанием. Эффективность микросхем ДД в основном

определяется потерями мощности на открытых транзисторах мостов. Для микросхем с биполярными транзисторами нормируется напряжение насыщения открытых транзисторов $U_{нас}$, с полевыми транзисторами — суммарное сопротивление открытых транзисторов R_{on} (сопротивление транзисторов верхнего и нижнего плеч моста).

Регулировать скорость вращения двигателей постоянного тока можно двумя способами: изменением величины постоянного тока через транзисторы моста или изменением скважности ШИМ-импульсов, следующих с частотой в десятки кГц. Импульсный способ регулировки значительно более экономичен. Большинство рассматриваемых микросхем, в том числе ДД средней мощности серии STK, способны работать в импульсном режиме.

Использованные термины и сокращения

ГПЗ — генератор подкачки заряда (Charge Pump), разновидность преобразователя постоянного напряжения. В данном случае ГПЗ обеспечивают получение напряжений, превышающих напряжение питания микросхем (не нужны дополнительные источники питания). Для низковольтных микросхем ДД с полевыми транзисторами в мостах использование повышенных напряжений смещения затвора увеличивает эффективность коммутации (снижается R_{on}).

Н-мост (H-bridge, полный мост) — коммутационная схема, состоящая из четырех механических или электронных переключателей, обеспечивающая подачу в нагрузку напряжений разной полярности от одного источника питания. В отношении ДД элементами Н-моста являются биполярные или полевые транзисторы. Иногда термин H-bridge трактуется как Half-bridge — полумост (схема из двух переключателей).

High Side Switch (driver) — драйвер верхних транзисторов Н-мостов.

Gate Driver — драйвер затворов полевых и БТИЗ-транзисторов.

Low Side Driver — драйвер нижних транзисторов Н-мостов.

Литература

1. www.linear.com
2. <http://www.maxim-ic.com/products/power/>
3. www.mitsubishichips.com
4. http://www.necel.com/motor_driver/en/index.html
5. http://www.eu.necel.com/applications/industrial/01_motor_control/index.html
6. <http://www.sanken-ele.co.jp/en/prod/semicon/pic/index.htm>
7. <http://semicon.sanyo.com/en/about/outline.html>
8. <http://eu.sanyo.com/EMEA-Portal/Products/russia/>
9. <http://www.semiconductor-sanyo.com/motor/index.asp>
10. <http://www.semiconductor-sanyo.com/motor/list.asp?CD3=30>