

ВСЕ ДЕЛО В ДЕТАЛЯХ

np-ва CHГ + Mitsubishi, Microchip, Atmel, Intel, Altera, Holtek, International Rectifier, Aries, Wells, Wintek, Paralight, Vishay, Hitano, Ers...



Почта: 195196 СПб, а/я 29; npo@symmetron.ru www.symmetron.ru

АССОРТИМЕНТНЫЙ СКЛАД

ШИРОКИЙ выбор со склада
отечественных (в т.ч.с "приемкой заказчика")
и зарубежных компонентов

Оперативная доставка

Гарантия качества

Бесплатный каталог

Микросхемы,
транзисторы,
диоды,
силовые приборы,
СВЧ приборы,
оптоприборы,
индикаторы,
светодиоды,
лампы,
кварцы,
реле,
панельки,
разъемы,
переключатели,
резисторы,
конденсаторы,
SMD,
паяльное
оборудование,
монтажный
и измерительный
инструменты

С.-Петербург (812) 278-8484 **Москва** (095) 214-0556 **Новосибирск** (3832) 119-081 **Ставрополь**
(8652) 357-775 **Ростов-на-Дону** (8632) 423-273 **Киев** (044) 516-5444 **Харьков** (0572) 303-577
Минск (017) 222-5959 Розничная продажа – фирменная сеть магазинов **"МИКРОНИКА"**:
С.-Петербург, Новочеркасский, 51 (812) 444-0488; Новосибирск, Геодезическая, 2 (3832) 119-045

Перечень микросхем

Тип	Фирма	Функциональное назначение	Стр.
Введение			8
μPC589G	NEC	Схема управления двигателем диафрагмы	19
μPC590G	NEC	Схема управления двигателем диафрагмы	19
μPC1035C	NEC	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока	20
μPC1470H	NEC	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока	21
A3952SB/SLB/SW	ALLEGRO	Однофазная схема управления шаговым двигателем	22
A3952SEB	ALLEGRO	Однофазная схема управления шаговым двигателем	23
A3953SB/SLB	ALLEGRO	Однофазная схема управления шаговым двигателем	22
A3961SB/SLB	ALLEGRO	Двухфазная схема управления шаговым двигателем	24
A3962SLB	ALLEGRO	Двухфазная схема управления шаговым двигателем	25
AN3793	PANASONIC	Формирователь сигналов управления двигателем БВГ	26
AN3810K	PANASONIC	Схема управления трехфазным двигателем	27
AN3821K	PANASONIC	Схема управления двигателями ВВ	28
AN3830K	PANASONIC	Схема управления трехфазным двигателем	29
AN3840NSR	PANASONIC	Схема управления двигателем шпинделя ПКД	30
AN3861SA	PANASONIC	Высокочастотная схема управления двигателем	31
AN6346N	PANASONIC	Формирователь сигналов управления двигателем БВГ	32
AN6353	PANASONIC	Формирователь сигналов опорной частоты	21
AN6356N	PANASONIC	Формирователь сигналов управления двигателем ВВ	33
AN6386/K	PANASONIC	Схема управления двигателями БВГ и ВВ	34
AN6607NS	PANASONIC	Двухскоростной стабилизатор скорости	35
AN6608	PANASONIC	Двухскоростной стабилизатор скорости	36
AN6609N/NS	PANASONIC	Двухскоростной стабилизатор скорости	36
AN6612/S	PANASONIC	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока	37
AN6650/S	PANASONIC	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока	38
AN6651	PANASONIC	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока	39
AN6652	PANASONIC	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока	39
AN6656/S	PANASONIC	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока	40
AN6657/S	PANASONIC	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока	41
AN6660/K	PANASONIC	Схема управления двигателем постоянного тока	42
AN6662	PANASONIC	Схема управления двумя двигателями загрузки	43
AN6663S/SP	PANASONIC	Схема управления двигателем постоянного тока	44
AN6677	PANASONIC	Схема управления трехфазным двигателем	45
AN8245K/SCR	PANASONIC	Схема управления двигателем шпинделя ПКД	46
AN8261	PANASONIC	Схема управления трехфазным двигателем	48
AN8267	PANASONIC	Схема управления двигателем вентилятора	49
AN8293SA/SC	PANASONIC	Схема управления двигателем шпинделя ПКД	50
AN8294S	PANASONIC	Схема управления двигателем шпинделя ПКД	51

Тип	Фирма	Функциональное назначение	Стр.
BA806	ROHM	Маломощный стабилизатор скорости с ФАП	42
BA6109	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	52
BA6149LS	ROHM	Шестиканальный регулятор	53
BA6208	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	52
BA6209/N	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	54
BA6218	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	55
BA6219B/BFP-Y	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	56
BA6222	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	57
BA6229	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	58
BA6238A/AN	ROHM	Сдвоенная схема управления двигателями постоянного тока	59
BA6239A/AN	ROHM	Сдвоенная схема управления двигателями постоянного тока	59
BA6246N	ROHM	Сдвоенная схема управления двигателями постоянного тока	60
BA6247/N/FP-Y	ROHM	Сдвоенная схема управления двигателями постоянного тока	61
BA6259N	ROHM	Сдвоенная схема управления двигателями постоянного тока	62
BA6283N	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	63
BA6284N	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	63
BA6286/N	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	64
BA6287F	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	65
BA6288FS	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	66
BA6289F	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	67
BA6302A/F	ROHM	Формирователь сигналов частотного и фазового каналов	68
BA6303A/F	ROHM	Формирователь сигналов частотного и фазового каналов	68
BA6305/F	ROHM	Усилитель сигнала датчика частоты	54
BA6405F	ROHM	Усилитель сигналов синхронизации и датчика частоты	69
BA6411/FP	ROHM	Схема управления двухфазным двигателем	70
BA6413	ROHM	Схема управления двухфазным двигателем	71
BA6417F	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	67
BA6418N	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	72
BA6459FS/P/S	ROHM	Схема управления трехфазным двигателем	73
BA6950FS	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	74
BA6955N	ROHM	Схема управления двигателем постоянного тока	75
CX20036	SONY	Схема управления двигателем ВВ	76
CX20114	SONY	Схема управления трехфазным двигателем	78
CX20136	SONY	Схема управления двигателем ВВ	76
CXA1127AM/M	SONY	Схема управления двигателем ВВ	80
CXA1512M/N	SONY	Усилитель сигналов датчиков БГ и ВВ	82
DG213	TEMIC	Четыре ключа на комплементарных МОП транзисторах	83
HA13403MP/V	HITACHI	Схема управления трехфазным двигателем	84
HA13406	HITACHI	Схема управления трехфазным двигателем	85
HA13412	HITACHI	Схема управления трехфазным двигателем	77
IR2C08	SHARP	Схема управления двигателем постоянного тока	86
IR2C09	SHARP	Схема управления двигателем постоянного тока	87
IR2C10	SHARP	Схема управления двигателем постоянного тока	88
IR2C11	SHARP	Схема управления двигателем постоянного тока	89
IR4N05	SHARP	Схема управления двигателем постоянного тока	90
IR4N06	SHARP	Четыре ключа на ток 2 А	91
KA2402	SAMSUNG	Стабилизатор скорости двигателя микрокассетного магнитофона	92
KA2404/A	SAMSUNG	Стабилизатор скорости двигателя кассетного магнитофона	92
KA3080	SAMSUNG	Схема управления трехфазным двигателем	93
KA3080D	SAMSUNG	Схема управления трехфазным двигателем	94
KA7405D	SAMSUNG	Схема управления двумя двигателями постоянного тока	95
KA8301B	SAMSUNG	Схема управления двигателем загрузки видеомагнитофона	96
KA8304	SAMSUNG	Двухфазная схема управления двигателями	96
KA8306	SAMSUNG	Усилитель двигателей загрузки видеомагнитофона	97
KA8310	SAMSUNG	Двухфазная схема управления двигателем с датчиками Холла	98
KA8311	SAMSUNG	Схема управления трехфазным двигателем	99
KA8328D	SAMSUNG	Двухфазная схема управления двигателем	100
KA8329B	SAMSUNG	Схема управления трехфазным двигателем	101
KA8330	SAMSUNG	Схема управления двигателем загрузки	102
KA9257/S	SAMSUNG	Два мостовых усилителя управления электромагнита ПКД	103
KA9259D	SAMSUNG	Пять мостовых усилителей	104
L293/D	UNITRODE	Четыре ключа на ток 1 А	105
L9351	SGS-THOMSON	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока	102
L9936	SGS-THOMSON	Плечо мостовой схемы управления двигателем постоянного тока	106
L9937	SGS-THOMSON	Схема управления двигателем постоянного тока	106
LB1614M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	107
LB1616N	SANYO	Схема управления двигателем ВВ	108
LB1617M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	109
LB1618	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	110

Тип	Фирма	Функциональное назначение	Стр.
LB1619M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	111
LB1620	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	112
LB1622	SANYO	Схема управления двигателем БВГ	113
LB1640N	SANYO	Двухканальная схема управления двигателем постоянного тока	114
LB1641	SANYO	Схема управления двигателем постоянного тока	115
LB1642/B	SANYO	Двухканальная схема управления двигателем постоянного тока	114
LB1645N	SANYO	Схема управления двигателем постоянного тока	116
LB1684	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	112
LB1687M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	107
LB1687	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	118
LB1688	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	119
LB1689M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	107
LB1689D	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	118
LB1806	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	120
M54430FP	MITSUBISHI	Низковольтная схема управления шаговым двигателем	116
M54540AL	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	121
M54542L	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	122
M54543AL	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	123
M54543ASL	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	124
M54543L	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	125
M54544AL	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	126
M54544L	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	127
M54545L	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	128
M54546AL	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	129
M54547P	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	130
M54548AL/L	MITSUBISHI	Схема управления двигателем магнитофона с реверсивным воспроизведением	131
M54549AL/L	MITSUBISHI	Схема управления двумя двигателями постоянного тока	132
M54567P	MITSUBISHI	Четыре инвертора на 1.5 А по схеме Дарлингтона с открытым коллектором	133
M54571P	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока с набором транзисторов	134
M54585P	MITSUBISHI	Восемь инверторов по 500 мА по схеме Дарлингтона с открытым коллектором	135
M54590P	MITSUBISHI	Восемь инверторов по 500 мА по схеме Дарлингтона с открытым коллектором	135
M54591P	MITSUBISHI	Восемь инверторов на 500 мА по схеме Дарлингтона с открытым коллектором	136
M54592P	MITSUBISHI	Восемь инверторов на 500 мА по схеме Дарлингтона с открытым коллектором	137
M54593P	MITSUBISHI	Восемь инверторов по 500 мА по схеме Дарлингтона с открытым коллектором	136
M54594P	MITSUBISHI	Четыре инвертора на 1.5 А по схеме Дарлингтона с открытым коллектором	138
M54595P	MITSUBISHI	Четыре инвертора на 1.5 А по схеме Дарлингтона с открытым коллектором	138
M54596P	MITSUBISHI	Четыре повторителя на 1.5 А с открытым коллектором	139
M54640P	MITSUBISHI	Однофазная схема управления шаговым двигателем	140
M54641FP/L	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	141
M54642L	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	143
M54643L	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	144
M54644BL	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	145
M54645AL	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	146
M54646AP	MITSUBISHI	Двухфазная схема управления шаговым двигателем	147
M54647L	MITSUBISHI	Схема управления двигателем постоянного тока	148
M54648AL	MITSUBISHI	Схема управления двигателем магнитофона с реверсивным воспроизведением	149
M54649L/LP	MITSUBISHI	Схема управления двумя двигателями постоянного тока	150
M54661P	MITSUBISHI	Четыре повторителя на 1.5 А с открытым коллектором	151
M54664P	MITSUBISHI	Четыре инверторов на 1.5 А с открытым коллектором	152
M54665P	MITSUBISHI	Четыре инверторов на 1.5 А с открытым коллектором	152
M54681FP	MITSUBISHI	Схема управления двигателем ведущего вала видеомагнитофона	153
M54685L	MITSUBISHI	Схема управления и стабилизации скорости двигателя постоянного тока	155
SI9910	SILICONIX	Каскад управления мощным полевым транзистором	156
SI9961	TEMIC	Высокочастотная схема управления двигателем	157
SI9976DY	TEMIC	Контроллер плеча мостового выходного каскада	158
SI9978DW	TEMIC	Контроллер мостового выходного каскада	159
SI9979CS	TEMIC	Контроллер трехфазного двигателя	161
SLA7024M	SANKEN	Схема управления шаговым двигателем	163
SLA7026M	SANKEN	Схема управления шаговым двигателем	163
SLA7042M	SANKEN	Схема управления шаговым двигателем	165
SLA7044M	SANKEN	Схема управления шаговым двигателем	165
SMA7029M	SANKEN	Схема управления шаговым двигателем	166

Тип	Фирма	Функциональное назначение	Стр.
TA7245BP/			
BP(LB)/CP/F	TOSHIBA	Схема управления трехфазным двигателем.	168
TA7247AP	TOSHIBA	Схема управления трехфазным двигателем вентилятора	169
TA7248P	TOSHIBA	Схема управления трехфазным двигателем.	170
TA7256P	TOSHIBA	Два мощных операционных усилителя	171
TA7257AP	TOSHIBA	Мостовой выходной каскад.	172
TA7259BP/F/P(LB)	TOSHIBA	Схема управления трехфазным двигателем.	173
TA7260P	TOSHIBA	Двухфазная схема управления шаговым двигателем	174
TA7261P	TOSHIBA	Двухфазная схема управления шаговым двигателем	175
TA7262F/P/P(LB)	TOSHIBA	Схема управления трехфазным двигателем.	141
TA7267BP	TOSHIBA	Мостовой выходной каскад.	176
TA7272P	TOSHIBA	Два мощных операционных усилителя	177
TA7279AP/P	TOSHIBA	Два мостовых выходных каскада	179
TA7284P	TOSHIBA	Схема управления трехфазным двигателем дисковода	180
TA7288P	TOSHIBA	Два мостовых выходных каскада	181
TA7289P/P(LB)/F	TOSHIBA	Однофазная схема управления шаговым двигателем.	177
TA7291P/S	TOSHIBA	Мостовой выходной каскад.	182
TA7354P	TOSHIBA	Мостовой выходной каскад.	183
TA7363AP	TOSHIBA	Контроллер управления двигателем масляного насоса	179
TA7712P/F	TOSHIBA	Контроллер трехфазного двигателя.	184
TA7713P	TOSHIBA	Контроллер трехфазного двигателя.	185
TA7715P	TOSHIBA	Преобразователь частоты в напряжение	186
TA7733F	TOSHIBA	Полумостовой выходной каскад.	187
TA7735N/F	TOSHIBA	Схема управления трехфазным двигателем.	188
TA7736P/F	TOSHIBA	Схема управления трехфазным двигателем.	189
TA7745P/F	TOSHIBA	Схема управления трехфазным двигателем.	190
TA7759P	TOSHIBA	Контроллер двигателя привода гибкого диска и винчестера	191
TA7768AP	TOSHIBA	Схема управления двигателем малогабаритных устройств	190
TA7774P/F	TOSHIBA	Выходной каскад двухфазного шагового двигателя.	192
TA8102P	TOSHIBA	Схема управления двигателями для проигрывателя КД	193
TA8212P	TOSHIBA	Четыре мощных операционных усилителя для проигрывателя КД	194
TA8400P	TOSHIBA	Сдвоенный мостовой выходной каскад для видеомагнитофонов	195
TA8401F	TOSHIBA	Полумостовой выходной каскад.	196
TA8402F	TOSHIBA	Схема управления трехфазным двигателем.	197
TA8405S	TOSHIBA	Сдвоенный мостовой выходной каскад для видеомагнитофонов	198
TA8406F/P	TOSHIBA	Два мощных операционных усилителя	199
TA8407F/P	TOSHIBA	Два мощных операционных усилителя	200
TA8409F/S	TOSHIBA	Мостовой выходной каскад.	201
TA8410AF/AP/F/P	TOSHIBA	Два мощных операционных усилителя	202
TA8411H/L	TOSHIBA	Схема управления шаговым двигателем и двигателем постоянного тока	203
TA8412P	TOSHIBA	Контроллер трехфазного двигателя	205
TA8413P	TOSHIBA	Контроллер трехфазного двигателя	206
TA8415P	TOSHIBA	Универсальная схема управления шаговым двигателем	207
TA8417F	TOSHIBA	Схема управления трехфазным двигателем.	208
TA8419P	TOSHIBA	Мостовой выходной каскад.	209
TA8420AF	TOSHIBA	Схема управления двигателем вентилятора	210
TA8421AF	TOSHIBA	Схема управления двигателем вентилятора	210
TA8422F	TOSHIBA	Низковольтная схема управления двухфазным двигателем	211
TA8423P/F	TOSHIBA	Схема управления трехфазным двигателем.	212
TA8424F	TOSHIBA	Схема управления трехфазным двигателем.	213
TA8425H	TOSHIBA	Синусоидальная схема управления шаговым двигателем с ШИМ.	214
TA8428K	TOSHIBA	Мостовой выходной каскад.	209
TA8429H	TOSHIBA	Мостовой выходной каскад.	216
TA8430AF	TOSHIBA	Низковольтная двухфазная схема управления шаговым двигателем	218
TA8434F	TOSHIBA	Схема управления трехфазным двигателем.	219
TA8435H	TOSHIBA	Синусоидальная двухфазная схема управления шаговым двигателем.	221
TA8436F	TOSHIBA	Мостовой выходной каскад.	223
TA8437F	TOSHIBA	Низковольтная двухфазная схема управления шаговым двигателем	224
TA8442FN	TOSHIBA	Схема управления двигателем вентилятора	225
TA8443F	TOSHIBA	Контроллер трехфазного двигателя с ФАП.	226
TA8444F	TOSHIBA	Контроллер трехфазного двигателя с двойной петлей ФАП	228
TA8449P	TOSHIBA	Четыре мощных операционных усилителя	230
TC5081AP	TOSHIBA	Компаратор фаз.	231
TC9142P	TOSHIBA	Стабилизатор скорости с кварцевой стабилизацией частоты.	216
TC9192P/F	TOSHIBA	Стабилизатор скорости с двойной петлей ФАП	232
TC9193F	TOSHIBA	Стабилизатор скорости для дисководов гибких дисков и винчестера	234
TC9203P/F	TOSHIBA	Стабилизатор скорости для дисководов гибких дисков.	235
TCA2465/A/G	SIEMENS	Два мощных операционных усилителя	236
TCA3727/G	SIEMENS	Двухфазная схема управления шаговым двигателем	237

Тип	Фирма	Функциональное назначение	Стр.
TD62M2701F	TOSHIBA	Выходной мостовой каскад без схемы управления	232
TD62M2702F	TOSHIBA	Выходной мостовой каскад без схемы управления	238
TD62M3601F	TOSHIBA	Три р-п-р транзистора с низким напряжением насыщения	239
TD62M3700F	TOSHIBA	Трехфазный выходной мостовой каскад без схемы управления	240
TD62M3701F	TOSHIBA	Трехфазный выходной мостовой каскад без схемы управления	239
TD62M4700F	TOSHIBA	Выходной мостовой каскад без схемы управления	241
TD6303F	TOSHIBA	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока	242
TD62064AP/ BP/F/P	TOSHIBA	Четыре сильноточных составных транзистора	243
TD62074AP/F/P	TOSHIBA	Четыре сильноточных составных транзистора	244
TD62081AP/CF/F	TOSHIBA	Восемь сильноточных составных транзисторов	245
TD62083AP/CF/F	TOSHIBA	Восемь сильноточных составных транзисторов	245
TD62164AF/ AP/BP/F	TOSHIBA	Четыре сильноточных инвертора	246
TD62308AF/ AP/BP/F	TOSHIBA	Четыре сильноточных инвертора с низким насыщением	247
TD62318AF/ AP/BP/F	TOSHIBA	Четыре сильноточных инвертора с открытым коллектором	248
TD62803P	TOSHIBA	Маломощная универсальная схема управления шаговым двигателем	249
TDA1059B/C	SGS-THOMSON	Стабилизатор скорости с термозащитой	250
TDA1151	SGS-THOMSON	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока	250
TDA1154	SGS-THOMSON	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока	251
TDA5140A/AT	PHILIPS	Схема управления трехфазным двигателем	252
TDA5141/T/AT	PHILIPS	Схема управления трехфазным двигателем	254
TDA5142T	PHILIPS	Схема управления трехфазным двигателем	256
TDA5143T	PHILIPS	Схема управления трехфазным двигателем	258
TDA5144T/AT	PHILIPS	Схема управления трехфазным двигателем	259
TDA5145T	PHILIPS	Схема управления трехфазным бесколлекторным двигателем	260
TDA7274	SGS-THOMSON	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока	251
TDA7275	SGS-THOMSON	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока	262
TDA8115	SGS-THOMSON	Двухканальная схема управления двигателями	263
TLE4202/B	SIEMENS	Схема управления двигателем постоянного тока	262
TLE4203	SIEMENS	Мощная схема управления двигателем	264
TLE4204	SIEMENS	Схема управления двигателем постоянного тока	265
TLE4205/G	SIEMENS	Схема управления двигателем постоянного тока	267
TLE4727	SIEMENS	Двухфазная схема управления шаговым двигателем	268
TLE4728/G	SIEMENS	Двухфазная схема управления шаговым двигателем	269
TLE5203/G	SIEMENS	Мощная схема управления двигателем	270
TLE5205	SIEMENS	Мощная схема управления двигателем	271
TLE5250	SIEMENS	Однофазная схема управления шаговым двигателем	265
UC1517	UNITRODE	Схема управления шаговым двигателем	272
UC1620	UNITRODE	Ключевая схема управления трехфазным двигателем	273
UC1625	UNITRODE	Схема управления трехфазным двигателем	275
UC1633	UNITRODE	Контроллер петли ФАП	277
UC1634	UNITRODE	Контроллер петли ФАП	278
UC1637	UNITRODE	Схема с ШИМ для управления коллекторным двигателем	279
UC1717	UNITRODE	Схема управления шаговым двигателем	280
UC2633	UNITRODE	Контроллер петли ФАП	277
UC2634	UNITRODE	Контроллер петли ФАП	278
UC2637	UNITRODE	Схема с ШИМ для управления коллекторным двигателем	279
UC2717	UNITRODE	Схема управления шаговым двигателем	280
UC3517	UNITRODE	Схема управления шаговым двигателем	272
UC3620	UNITRODE	Ключевая схема управления трехфазным двигателем	273
UC3622	UNITRODE	Ключевая схема управления трехфазным двигателем	281
UC3623	UNITRODE	Малощумящая ключевая схема управления трехфазным двигателем	274
UC3625	UNITRODE	Схема управления трехфазным двигателем	275
UC3633	UNITRODE	Контроллер петли ФАП	277
UC3634	UNITRODE	Контроллер петли ФАП	278
UC3637	UNITRODE	Схема с ШИМ для управления коллекторным двигателем	279
UC3645	UNITRODE	Схема управления трехфазным двигателем	282
UC3646	UNITRODE	Схема управления трехфазным двигателем	283
UC3655	UNITRODE	Линейная схема управления двигателем	285
UC3717/A	UNITRODE	Схема управления шаговым двигателем	280
UC3770A/B	UNITRODE	Высококачественная схема управления шаговым двигателем	286
UDN2916B/EB	ALLEGRO	Схема управления двумя двигателями постоянного тока с ШИМ	287
UDN2916BLB	ALLEGRO	Схема управления двумя двигателями постоянного тока с ШИМ	288

ВВЕДЕНИЕ В УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯМИ

1. ВВЕДЕНИЕ В УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯМИ

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Электродвигатель (далее двигатель) состоит из ротора и статора. Вращение ротора относительно статора вызывается вращающимся магнитным полем, которое создается обмотками. Напряжение на каждой обмотке равно сумме напряжения самоиндукции и падения напряжения на сопротивлении обмотки. Напряжение самоиндукции прямо пропорционально скорости вращения ротора; момент сил, развиваемых на валу двигателя, пропорционален потребляемому току. Уравнения, описывающие двигатель (motor) по каждой фазе, имеют вид:

$$V_M = R_M \times I_M + E_M,$$

$$E_M = S \times \omega,$$

$$M = Q \times I_M,$$

где:

V_M — подводимое напряжение,

I_M — потребляемый ток,

E_M — напряжение самоиндукции,

R_M — сопротивление обмотки,

M — момент сил на валу двигателя,

S, Q — коэффициенты пропорциональности,

ω — угловая скорость вращения ротора.

Таким образом, по каждой фазе подводимого напряжения двигатель представляется эквивалентной схемой, состоящей из последовательно соединенных резистора и источника напряжения. Резистор представляет собой сопротивление обмоток, источник напряжения — напряжение самоиндукции обмоток (Рис. 1).

Грубо говоря, работа двигателя происходит следующим образом: ротор представляет собой постоянный магнит, увлекаемый вращающимся магнитным полем. Вращение поля вызывается подачей на обмотки напряжений, представляющих бегущую волну (Рис. 1). За один период поле совершает один оборот. Скорость вращения ротора равна частоте напряжения на обмотках, поделенной на число пар полюсов ротора.

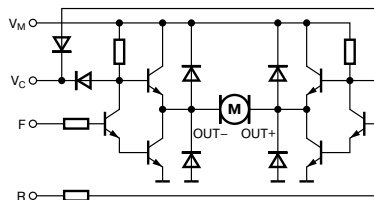
Двигатели работают в одном из двух режимов. В первом случае частота вращения двигателя задается частотой подводимого к нему напряжения. Во втором случае двигатель сам, путем переключения обмоток щетками (или коммутацией обмоток по сигналам от датчиков положения), устанавливает частоту вращения в зависимости от приложенного напряжения и нагрузки на валу.

Выводы схемы управления, подводящие напряжения к обмоткам, должны шунтироваться диодами во избежание пробоя выбросами напряжения.

1.2. УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯМИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Управление двигателем постоянного тока сводится к подаче на него требуемого напряжения заданной полярности, так как величина напряжения задает скорость, а полярность — направление вращения. Типичная схема выходного каскада и действие команд управления представлены на Рис. 2. От схемы управления поступают команды F (Forward — вперед) и R (Reverse — назад). При подаче этих команд изменяется полярность напряжения, прикладываемого к двигателю. Если эти команды одновременно поданы ($F = R = 1$) или сняты ($F = R = 0$), то двигатель работает либо в режиме торможения, либо в режиме

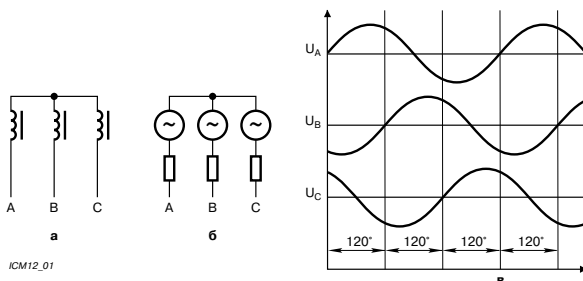
Рис. 2. Выходной каскад схемы управления двигателем постоянного тока



КОМАНДЫ		СОСТОЯНИЕ		ДЕЙСТВИЕ
F	R	OUT+	OUT-	
Н	Н	В	В	ОСТАНОВ
Н	В	Н	В	ВРАЩЕНИЕ ВПЕРЕД
В	Н	В	Н	ВРАЩЕНИЕ НАЗАД
В	В	Н	Н	ТОРМОЖЕНИЕ

ИСМ12_02

Рис. 1. Принципиальная (а) и эквивалентная (б) схемы 3-фазного двигателя; в — напряжения бегущей волны, подводимые к обмоткам



ИСМ12_01

останова. Различие между ними заключается в том, что в режиме торможения двигатель практически замкнут накоротко. На **Рис. 2** замыкание производится открытыми нижними транзисторами при $F = R = 1$. В режиме останова двигатель работает в условиях, близких к холостому ходу, то есть фактически вращается по инерции. Наиболее быстро двигатель останавливается при торможении, так как в это время запасенная в роторе кинетическая энергия $J\omega^2/2$ (J — момент инерции ротора) рассеивается на сопротивлении обмотки R_M :

$$d\left(\frac{J\omega^2}{2}\right) + Pdt = 0,$$

$$P = \frac{E_M^2}{R_M} = \frac{(S\omega)^2}{R_M},$$

где P — мощность, рассеиваемая на сопротивлении обмотки, так как двигатель замкнут накоротко.

Таким образом:

$$Pdt = -\frac{(S\omega)^2}{R_M} dt = -d\left(\frac{J\omega^2}{2}\right) = -J\omega d\omega.$$

Окончательно:

$$\frac{d\omega}{dt} = -\omega \frac{S^2}{JR_M},$$

$$\omega = \omega_0 \exp(-t/\tau),$$

где:

ω_0 — начальная скорость вращения,

$$\tau = \frac{JR_M}{S^2} < 1 \text{ сек. для двигателей бытовой аппаратуры.}$$

Как видно из построения схемы, приведенной на **Рис. 2**, напряжение, прикладываемое к двигателю, не может быть больше напряжения на выводе управления V_C (Voltage Control). Напряжение на этом выводе не линейно, но монотонно связано с напряжением на двигателе, поэтому его используют для управления скоростью.

Назначение выводов схемы, изображенной на **Рис. 2**, приведено в таблице. Заметим, что направление вращения двигателя — параметр относительный, поэтому здесь и далее выражения "вращение вперед (назад)" указывают два состояния двигателя с разными направлениями вращения.

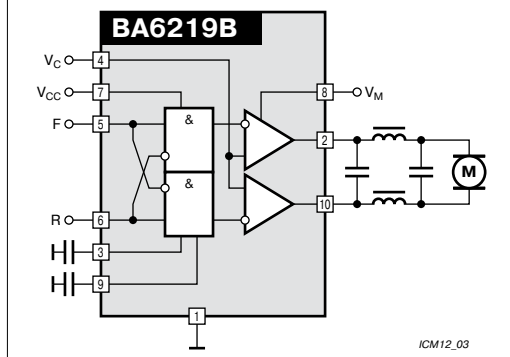
Назначение выводов схемы, приведенной на Рис. 2.

СИМВОЛ	НАЗНАЧЕНИЕ
V_M	Напряжение питания выходного каскада
V_C	Напряжение управления скоростью
F	Команда вращения вперед (против часовой стрелки)
R	Команда вращения назад (по часовой стрелке)
OUT+	Неинвертирующий выход
OUT-	Инвертирующий выход
GND	Общий

На **Рис. 3** показано применение интегральной схемы **VA6219B** фирмы **Roht** для управления двигателем постоянного тока ведущего вала видеомагнитофона. Здесь, как и указано выше, команды F и R задают направление

вращения двигателя. Они подаются с микро-ЭВМ, управляющей лентопротяжным механизмом. Напряжение управления V_C вырабатывается в сервопроцессоре и подводится через согласующие цепи.

Рис. 3. Управление двигателем постоянного тока интегральной схемой VA6219B фирмы Roht. Конденсаторы на выводах 3 и 9 установлены, чтобы избежать протекания сквозных токов по транзисторам мостового выходного каскада во время переключения.



1.3. УПРАВЛЕНИЕ ШАГОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

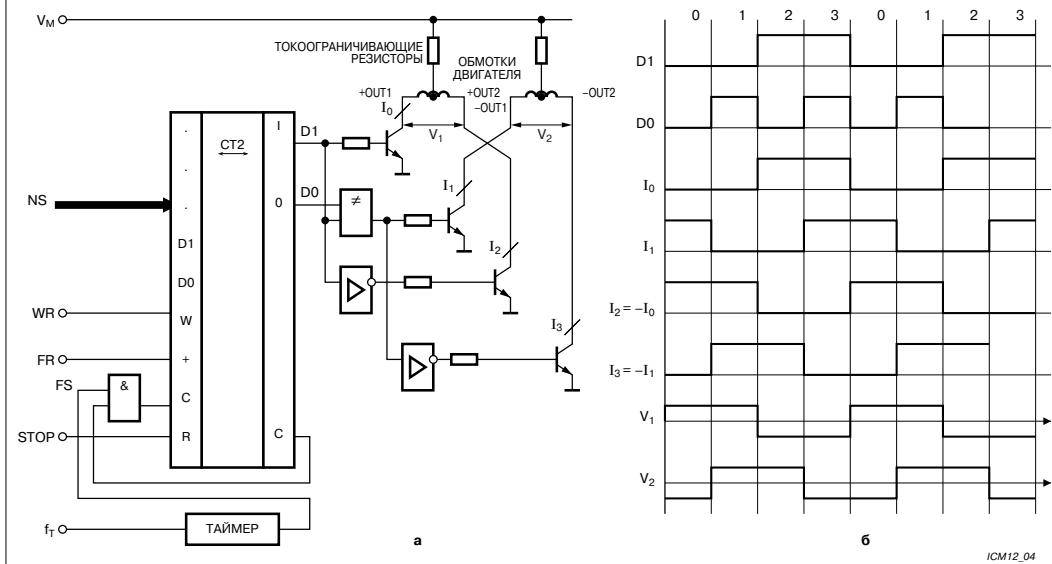
Как следует из названия, шаговый двигатель применяется для ступенчатого поворота ротора. Минимальный угол поворота называется шагом.

Для шагового двигателя, (как и для всякого n фазного двигателя), поворот на минимальный угол (шаг) производится при смене фазы питающего напряжения. Для двигателя, имеющего p пар полюсов, шаг равен $\pi/(np)$. Для уменьшения шага количество полюсов ротора увеличивают до нескольких десятков. Для удобства задания количества шагов в двоичном коде число обмоток выбирают равным степени числа 2, обычно 4. Напряжения бегущей волны, создающие вращающееся магнитное поле, формируются из сигналов, поступающих на вход схемы управления в цифровом виде. Особенностью работы шагового двигателя является то, что после поворота на заданный угол ротор должен сохранять занятое положение, то есть по обмоткам должен протекать ток. Поэтому обмотки запитываются током, а не напряжением. Наглядный вариант выходного каскада схемы управления шаговым двигателем приведен на **Рис. 4**.

Цифровые сигналы $D0$ и $D1$, из которых формируются напряжения бегущей волны, вырабатываются реверсивным счетчиком. В счетчик по команде записи WR загружается число шагов NS . Счетчик считает до тех пор, пока его содержимое не станет равным нулю. В этот момент на выходе переноса P появляется 0 и счет прекращается, так как сигналом P закрывается клапан, подающий импульсы частоты шага FS на счетный вход счетчика. Частота шага обычно формируются из тактовой частоты счетчиком или таймером. Сигнал FR задает направление счета, и, следовательно, направление вра-

ВВЕДЕНИЕ В УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯМИ

Рис. 4. Выходной каскад схемы управления шаговым двигателем: а — схема, б — временная диаграмма



щения двигателя. Сигнал STOP служит для останова двигателя. Заметим, что рассмотренную схему можно реализовать программно, как последовательность команд ЭВМ.

Практические схемы управления имеют более разветвленную логику управления, мостовой выходной каскад и, как правило, содержат широтно-импульсный ограничитель тока. Логика управления обычно дополняется сигналами запрета и поворота фаз. Мостовой выходной каскад устанавливается, чтобы изменять направление тока в обмотке двигателя при питании от однополярного источника. Команда поворота фаз производит указанное изменение направления: в зависимости от ее значения работают транзисторы только одной из диагоналей выходного каскада. Широтно-импульсный ограничитель тока служит для снижения мощности, рассеиваемой выходным каскадом.

Устройство типовой схемы управления шаговым двигателем приведено на Рис. 5 (для ясности показан только один выходной каскад). Как видно из рисунка, вход P управления полярностью открывает вентиль G1 или G2, вследствие чего цифровой сигнал со входа IN1 открывает транзисторы только одной из диагоналей моста: T1, T4 при P = 1 и T2, T3 при P = 0. Соответственно изменяется полярность напряжения, прикладываемемого к обмотке двигателя. Широтно-импульсный ограничитель добавляет в схему компаратор, токоизмерительный резистор и таймер. Таймер состоит из диода, RC-цепочки и триггера Шмидта. Ограничитель стабилизирует величину тока в обмотке по уровню $I_{MAX} = V_{REF}/R_S$ следующим образом: предположим, что в данный момент времени P = 1, IN1 = 1, Q = 1 (конденсатор RC-цепочки таймера разряжен), напряжение на токоизмерительном резисторе R_S меньше V_{REF} : $I_L R_S < V_{REF}$, (I_L — ток через индуктивность обмотки). В этом случае будут открыты

транзисторы T1 и T4, а ток I_L будет плавно нарастать до величины I_{MAX} . После срабатывания компаратора через диод D зарядится конденсатор RC-цепочки таймера. На время T_M (длительность импульса разряда конденсатора) закроются транзисторы T1 и T4. В течение этого времени к обмотке будет приложено напряжение обратной полярности, и ток уменьшится на величину $\Delta I = V_L(T_M/L)$. $V_L = V_M$ — напряжение на обмотке, L — индуктивность обмотки двигателя. После окончания импульса таймера откроются транзисторы T1 и T4, и полярность напряжения на обмотке изменится снова. Ток в обмотке снова начнет нарастать, причем на величину ΔI он нарастет практически за то же время T_M , так как во время спада тока напряжение на обмотке практически такое же, как и во время нарастания. Следовательно, средний ток I_W в обмотке равен:

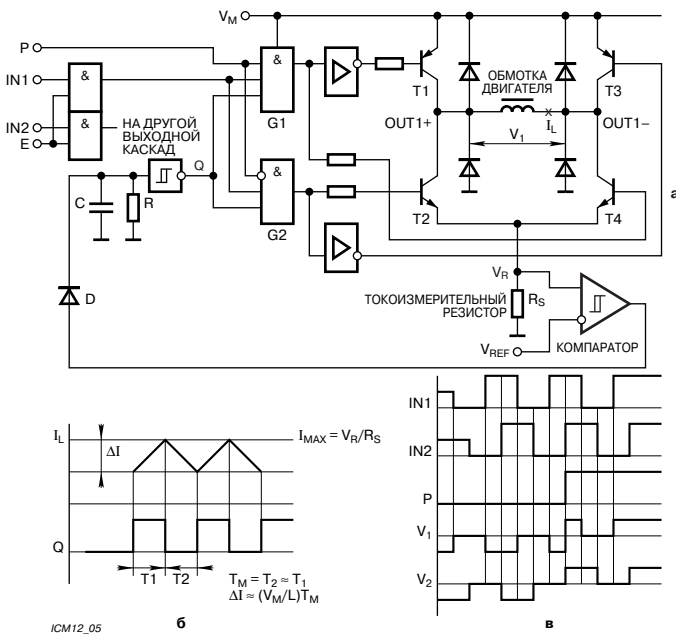
$$I_W = I_{MAX} - \frac{\Delta I}{2}$$

Назначение выводов приведено в таблице.
Назначение выводов схемы, приведенной на Рис. 5.

СИМВОЛ	НАЗНАЧЕНИЕ
P	Направление тока в нагрузке
IN 1	Вход фазы 1
IN 2	Вход фазы 2
RC	Времязадающая RC-цепочка таймера ограничителя
COM	Общий вывод выходного каскада
V_{REF}	Установка максимального тока выходного каскада
OUT1+	Неинвертирующий выход фазы 1
OUT1-	Инвертирующий выход фазы 1
V_M	Напряжение питания выходного каскада

Шаговый двигатель можно заставить работать в режиме свободного хода, когда его скорость будет определяться приложенным напряжением и нагрузкой на валу. Для этого нужно, чтобы импульсы, из которых формируются

Рис. 5 Устройство схемы управления шаговым двигателем (а); б, в — временные диаграммы управления полярностью и ограничения тока



напряжения бегущей волны, вырабатывались как функция угла поворота ротора, то есть его положения. Устройство и работа схемы управления шаговым двигателем в режиме свободного хода представлены на **Рис. 6**. Для ясности рассматриваемый двигатель имеет одну пару полюсов ротора и две обмотки статора. Обмотки подключены через токоограничивающие резисторы, напряжения с дат-

чиков поступают на вход триггеров Шмидта. На **Рис. 6б** показаны все четыре возможные комбинации знаков тока в обмотках и соответствующие им положения ротора. Они находятся под углом 45° к вертикали, точно напротив датчиков положения. При нахождении ротора в окрестности датчика происходит срабатывание соответствующего триггера, в результате чего в обмотки подается ток, при-

Рис. 6. Устройство и временная диаграмма работы схемы управления шаговым двигателем в режиме свободного хода.

а — устройство схемы управления и подключение к ней двигателя; **б** — временная диаграмма работы; **N, S** — пороги срабатывания триггеров Шмидта, соответствующие им напряжения вырабатываются при расположении одноименного полюса ротора в окрестности датчика; **в** — положение ротора при разных фазах подводимого напряжения. Стрелкой указано направление магнитного поля, которое будем считать совпадающим с направлением тока. Северный (N) полюс ротора притягивается обмоткой, ток в которой протекает от центра. Знаками "+", "-" указано расположение обмоток и направление в них тока.

