

# Перечень микросхем

Введение ..... 9

Тип	Фирма	Функциональное назначение	Стр.
μA7391	FAIRCHILD	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока. ....	27
μA7392	FAIRCHILD	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока. ....	27
A2918SWH/SWW	ALLEGRO	Мостовой выходной каскад с ШИМ. ....	28
A3933SEQ	ALLEGRO	Контроллер трехфазного двигателя. ....	29
A3955SB/SLB	ALLEGRO	Синусоидальная схема управления шаговым двигателем. ....	31
A3957SA/SLB	ALLEGRO	Синусоидальная схема управления шаговым двигателем. ....	31
A8901CLB	ALLEGRO	Бездатчиковая схема управления трехфазным двигателем. ....	33
A8920SLR	ALLEGRO	Пара диодов Шоттки для защиты микросхем управления двигателями. ....	34
BA6235F	ROHM	Низковольтный стабилизатор скорости двигателя постоянного тока. ....	34
BA6301/F	ROHM	Контроллер датчика скорости. ....	35
BA6302A/AF	ROHM	Контроллер датчика скорости. ....	36
BA6303/F	ROHM	Контроллер датчика скорости. ....	36
BA6321	ROHM	Контроллер датчика скорости. ....	35
BA6343	ROHM	Схема управления шаговым двигателем. ....	37
BA6402F	ROHM	Контроллер двухфазного двигателя вентилятора. ....	38
BA6404F	ROHM	Контроллер двухфазного двигателя вентилятора. ....	38
BA6406F	ROHM	Контроллер двухфазного двигателя вентилятора. ....	39
BA6407F	ROHM	Схема управления двухфазным двигателем вентилятора. ....	40
BA6427F	ROHM	Схема управления однофазным двигателем вентилятора. ....	41
BA6438S	ROHM	Схема управления трехфазным двигателем. ....	43
BA6444FP	ROHM	Схема управления трехфазным двигателем. ....	46
BA6446FM/FP	ROHM	Схема управления трехфазным двигателем. ....	49
BA6458FP-Y	ROHM	Схема управления трехфазным двигателем. ....	51
BA6463FP-Y	ROHM	Схема управления трехфазным двигателем. ....	52
BA6467FP-Y	ROHM	Схема управления трехфазным двигателем видеокамеры. ....	53
BA6477FS	ROHM	Схема управления двигателем шпинделя дисководов гибкого диска. ....	54
BA6482AK	ROHM	Схема управления двигателем шпинделя FDD. ....	42
BA6486FS	ROHM	Схема управления двигателем шпинделя дисководов гибкого диска. ....	47
BA6492BFS	ROHM	Схема управления двигателем шпинделя FDD. ....	45

Тип	Фирма	Функциональное назначение	Стр.
BA6809F	ROHM	Схема управления двухфазным двигателем вентилятора . . . . .	56
BA6811F	ROHM	Схема управления двухфазным двигателем вентилятора . . . . .	57
BA6813F	ROHM	Схема управления двухфазным двигателем вентилятора . . . . .	57
BA6817F	ROHM	Схема управления двухфазным двигателем вентилятора . . . . .	58
BA6818FS	ROHM	Схема управления двухфазным двигателем вентилятора . . . . .	58
BA6819F	ROHM	Схема управления двухфазным двигателем вентилятора . . . . .	56
BA6825FS	ROHM	Двухфазный двигатель видеоголовки . . . . .	59
BA6826FS	ROHM	Двухфазный двигатель видеоголовки . . . . .	59
BA6832FS	ROHM	Схема управления двигателем головки дисководов HDD . . . . .	60
BA6840BFS/BFP/BFP-Y	ROHM	Схема управления трехфазным двигателем . . . . .	48
BA6842BFS	ROHM	Схема управления трехфазным двигателем . . . . .	48
BA6845FS	ROHM	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	61
BA6846FV/FS	ROHM	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	62
BA6848FP	ROHM	Схема управления двигателем для CD-ROM . . . . .	63
BA6849FM/FP/FP-Y/FS	ROHM	Схема управления двигателем для CD-ROM . . . . .	65
BA6852FP	ROHM	Схема управления двигателем шпинделя и загрузки для CD-ROM . . . . .	67
BA6853FS	ROHM	Схема управления двигателем для CD-ROM . . . . .	63
BA6858AFP/AFM	ROHM	Схема управления двигателем для CD-ROM . . . . .	69
BA6859AFP-Y/AFM/AFS	ROHM	Схема управления двигателем для CD-ROM . . . . .	69
BA6870S	ROHM	Схема управления трехфазным двигателем . . . . .	71
BA6871S	ROHM	Схема управления трехфазным двигателем . . . . .	73
BA6872AFM	ROHM	Схема управления двигателями шпинделя постоянного тока . . . . .	75
BA6970FS	ROHM	Схема управления двухфазным двигателем телекамеры . . . . .	77
BD6660FV	ROHM	Схема управления трехфазным двигателем CD-ROM . . . . .	78
CS-293D	CHERRY	Четырехканальный выходной каскад на ток 600 мА . . . . .	79
CS-298	CHERRY	Выходной каскад шагового двигателя . . . . .	80
CS-299D	CHERRY	Два моста на диодах Шоттки . . . . .	81
CS-365	CHERRY	Мощный операционный усилитель для управления двигателями . . . . .	82
CS-2907	CHERRY	Преобразователь напряжения в частоту . . . . .	83
CS-2917	CHERRY	Преобразователь напряжения в частоту . . . . .	83
CS-3717AFN/AN	CHERRY	Схема управления одной фазой шагового двигателя . . . . .	84
CS-3770FN/N	CHERRY	Схема управления одной фазой шагового двигателя . . . . .	85
CS4161N8	CHERRY	Выходной каскад управления шаговым двигателем . . . . .	86
KA9303	FAIRCHILD	Схема управления двигателем для открывания окон . . . . .	87
KA9258D	SAMSUNG	Четыре мостовых усилителя управления двигателями и электромагнитами ПКД . . . . .	89
L165V	STM	Мощный операционный усилитель на ток 3 А . . . . .	91
L272/M	STM	Двойной мощный операционный усилитель . . . . .	92
L293/D	TI	Квадрупольный мостовой усилитель . . . . .	93
L293E	STM	Квадрупольный мостовой усилитель с ограничителем тока . . . . .	94
L297/A	STM	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	95
L298	TI	Два мостовых выходных каскада . . . . .	97
L2720	STM	Двойной мощный операционный усилитель . . . . .	98
L2722	STM	Двойной мощный операционный усилитель . . . . .	98
L2724	STM	Двойной мощный операционный усилитель . . . . .	98
L2750	STM	Двойной мощный операционный усилитель . . . . .	99
LA5527/M	SANYO	Низковольтный контроллер скорости двигателя постоянного тока . . . . .	67
LA5528N/NM	SANYO	Низковольтный контроллер скорости двигателя постоянного тока . . . . .	71
LA5536	SANYO	Схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	75
LA5536N	SANYO	Схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	87
LA5540	SANYO	Стабилизатор скорости с функцией торможения . . . . .	89
LA5550/M	SANYO	Низковольтный контроллер скорости двигателя . . . . .	100
LA5586	SANYO	Контроллер скорости двигателя ПКД . . . . .	101
LA5587	SANYO	Схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	101
LA5588	SANYO	Контроллер скорости двигателя кассетного магнитофона . . . . .	101

Тип	Фирма	Функциональное назначение	Стр.
LA6525	SANYO	Четыре балансных усилителя для управления механизмами ПКД. . . . .	102
LA6530/M	SANYO	Два балансных усилителя управления двигателями ПКД . . . . .	103
LA6531	SANYO	Два балансных усилителя управления двигателями ПКД . . . . .	103
LA6532M	SANYO	Четыре балансных усилителя для управления двигателями и катушками ПКД. . . . .	104
LA6533	SANYO	Схема для построения двух балансных усилителей перемещения ОС ПКД. . . . .	105
LA6534	SANYO	Два балансных усилителя для перемещения оптической системы ПКД. . . . .	106
LA6535M	SANYO	Восемь усилителей для управления механизмами ПКД . . . . .	107
LA6536M	SANYO	Восемь усилителей для управления механизмами ПКД . . . . .	107
LA6537	SANYO	Четыре балансных усилителя для проигрывателя компакт дисков . . . . .	108
LA6539	SANYO	Три балансных усилителя для проигрывателя компакт дисков . . . . .	111
LA6541D	SANYO	Усилители привода проигрывателя компакт-дисков . . . . .	113
LB1246	SANYO	Драйвер принтера со схемой управления двигателем . . . . .	115
LB1247	SANYO	Драйвер шагового двигателя или плоттера . . . . .	116
LB1249	SANYO	Драйвер шагового двигателя или плоттера . . . . .	117
LB1256/M	SANYO	Драйвер принтера . . . . .	118
LB1257	SANYO	Драйвер шагового двигателя или плоттера . . . . .	119
LB1619M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем ЛПМ ВМ . . . . .	120
LB1620	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем прямого привода . . . . .	110
LB1630/M	SANYO	Низковольтная схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	122
LB1634M	SANYO	Низковольтная схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	123
LB1635M	SANYO	Низковольтная схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	124
LB1636M	SANYO	Низковольтная схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	125
LB1638/M	SANYO	Низковольтная схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	124
LB1640N	SANYO	Схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	113
LB1641	SANYO	Схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	126
LB1642	SANYO	Схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	128
LB1643	SANYO	Схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	129
LB1644	SANYO	Схема управления двумя двигателями постоянного тока . . . . .	130
LB1645N	SANYO	Схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	131
LB1646	SANYO	Схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	132
LB1648	SANYO	Схема управления двумя двигателями постоянного тока . . . . .	130
LB1649	SANYO	Схема управления двумя двигателями постоянного тока . . . . .	130
LB1650	SANYO	Четыре неинвертирующие усилители для управления двигателями. . . . .	133
LB1651	SANYO	Четыре неинвертирующие усилители для управления двигателями. . . . .	134
LB1651D	SANYO	Четыре неинвертирующие усилители для управления двигателями. . . . .	135
LB1660N	SANYO	Двухфазная схема управления двигателем постоянного тока. . . . .	136
LB1661	SANYO	Двухфазная схема управления двигателем постоянного тока. . . . .	136
LB1662D/M	SANYO	Двухфазная схема управления двигателем вентилятора . . . . .	137
LB1663/M	SANYO	Двухфазная схема управления двигателем вентилятора . . . . .	127
LB1664N	SANYO	Двухфазная схема управления двигателем постоянного тока. . . . .	136
LB1665	SANYO	Двухфазная схема управления двигателем постоянного тока. . . . .	136
LB1666	SANYO	Двухфазная схема управления двигателем вентилятора . . . . .	127
LB1667/M	SANYO	Двухфазная схема управления двигателем вентилятора . . . . .	138
LB1668/M	SANYO	Двухфазная схема управления двигателем вентилятора . . . . .	138
LB1669/M	SANYO	Двухфазная схема управления двигателем вентилятора . . . . .	127
LB1670M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем для проигрывателей компакт дисков . . . . .	140
LB1672NM	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем для микро- и миникассетных проигрывателей . . . . .	142
LB1673M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем для микро- и миникассетных проигрывателей . . . . .	142
LB1674M/V	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем для микро- и миникассетных проигрывателей . . . . .	145
LB1684	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем прямого привода . . . . .	110

Тип	Фирма	Функциональное назначение	Стр.
LB1687/M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем ЛПМ ВМ	147
LB1688	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем ЛПМ ВМ	139
LB1689D/M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем ЛПМ ВМ	147
LB1690	SANYO	Драйвер трехфазного двигателя вентилятора	144
LB1692	SANYO	Драйвер трехфазного двигателя вентилятора	144
LB1693	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем вентилятора	149
LB1694N	SANYO	Драйвер трехфазного двигателя вентилятора	152
LB1695	SANYO	Драйвер трехфазного двигателя вентилятора	152
LB1696	SANYO	Драйвер трехфазного двигателя вентилятора	150
LB1810M	SANYO	Схема управления двигателем шпинделя дисководов гибкого диска	154
LB1813M	SANYO	Схема управления двигателем шпинделя дисководов гибкого диска	156
LB1817M	SANYO	Схема управления двигателем шпинделя FDD	158
LB1820	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем конторского оборудования	160
LB1821M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем конторского оборудования	162
LB1822	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	164
LB1824	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем конторского оборудования	166
LB1825	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	168
LB1830M	SANYO	Низковольтная схема управления двигателем постоянного тока	170
LB1832V	SANYO	Полутороканальная схема управления двигателями постоянного тока	171
LB1833M	SANYO	Двойная низковольтная схема управления двигателями постоянного тока	172
LB1834M	SANYO	Полутороканальная схема управления двигателями постоянного тока	173
LB1836M	SANYO	Двухканальная схема управления двигателями постоянного тока	174
LB1837M	SANYO	Двухканальная схема управления двигателями постоянного тока	175
LB1838M	SANYO	Двухканальная низковольтная схема управления двигателями постоянного тока	176
LB1839M	SANYO	Двойная низковольтная схема управления двигателями постоянного тока	177
LB1840M	SANYO	Сдвоенная низковольтная схема управления двигателями постоянного тока	178
LB1843V	SANYO	Схема управления двигателем постоянного тока	179
LB1845	SANYO	Схема управления шаговым двигателем	180
LB1846M	SANYO	Схема управления шаговым двигателем	182
LB1851M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	183
LB1854M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	185
LB1857M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	183
LB1860/M	SANYO	Двухфазная схема управления двигателем вентилятора	186
LB1861/M	SANYO	Двухфазная схема управления двигателем вентилятора	186
LB1863M	SANYO	Двухфазный двигатель	188
LB1869M	SANYO	Двухфазный двигатель	188
LB1870/M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	190
LB1871/M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	190
LB1881M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	183
LB1882V	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	189
LB1885M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	192
LB1886V	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем	183
LB1890M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем дисководов	194
LB1893	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем шпинделя ПКД	196
LB1894M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем шпинделя CD-ROM	199
LB1895/D	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем шпинделя CD-ROM	198
LB1896	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем шпинделя ПКД	196
LB1910	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем дисководов гибкого диска	201
LB1913	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем FDD	203
LB1916	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем шпинделя CD-ROM	205
LB1920	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем для конторского	

Тип	Фирма	Функциональное назначение	Стр.
		оборудования . . . . .	207
LB1921	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем для конторского оборудования . . . . .	207
LB1922	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем для конторского оборудования . . . . .	207
LB1950V	SANYO	Бездатчиковая схема управления трехфазным двигателем телекамеры. . . . .	210
LB1951V	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем портативного ВМ . . . . .	212
LB1952/M	SANYO	Схема управления трехфазным двигателем ведущего вала телекамеры. . . . .	213
LB8106M	SANYO	Схема управления механизмами портативного ПКД . . . . .	209
LB8107M	SANYO	Схема управления механизмами портативного ПКД . . . . .	215
LB8108M	SANYO	Схема управления механизмами портативного ПКД . . . . .	217
LB8109M	SANYO	Схема управления механизмами портативного ПКД . . . . .	219
LB8111V	SANYO	Усилитель датчиков скорости и положения . . . . .	222
LB8620M	SANYO	Двойная низковольтная схема управления двигателями постоянного тока. . . . .	221
LB8632V	SANYO	Низковольтная схема управления механизмами телекамеры . . . . .	224
LB9051	SANYO	Датчик Холла с импульсным выходом . . . . .	225
LC7991/M	SANYO	Контроллер скорости двигателя с цифровой стабилизацией частоты . . . . .	228
LMD18245	NS	Выходной каскад с цифровым управлением . . . . .	230
ML4411/A	ML	Контроллер трехфазного двигателя HDD . . . . .	231
ML4412	ML	Контроллер трехфазного двигателя HDD . . . . .	232
ML4420	ML	Контроллер трехфазного двигателя жесткого диска . . . . .	233
ML4421	ML	Контроллер трехфазного двигателя переменного тока . . . . .	226
ML4423	ML	Контроллер трехфазного двигателя переменного тока . . . . .	234
ML4425	ML	Шим контроллер трехфазного двигателя . . . . .	235
ML4426	ML	Шим контроллер трехфазного двигателя . . . . .	235
ML4428	ML	Шим контроллер трехфазного двигателя . . . . .	237
SDK03M	SANKEN	Однофазная сема управления шаговым двигателем . . . . .	238
SI7115B	SANKEN	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	240
SI-7200	SANKEN	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	241
SI-7230	SANKEN	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	243
SI-7300	SANKEN	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	245
SI-7330A	SANKEN	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	246
SI-7500	SANKEN	Схема управления пятифазным шаговым двигателем . . . . .	247
SI-7502	SANKEN	Схема управления пятифазным шаговым двигателем . . . . .	249
SLA5011	SANKEN	Нижний выходной каскад схемы управления пятифазным шаговым двигателем. . . . .	243
SLA6503	SANKEN	Верхний выходной каскад схемы управления пятифазным шаговым двигателем. . . . .	247
SLA7024M	SANKEN	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	252
SLA7026M	SANKEN	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	252
SLA7027MU	SANKEN	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	252
SLA7042M	SANKEN	Синусоидальная схема управления шаговым двигателем . . . . .	254
SN754410	TI	Квадрупольный мостовой усилитель . . . . .	255
SN754411	TI	Квадрупольный мостовой усилитель . . . . .	255
STK672-010/-020	SANYO	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	256
STK672-040/-050	SANYO	Синусоидальная схема управления шаговым двигателем . . . . .	258
STK681-050	SANYO	Мощная схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	260
STK6103	SANYO	Мощная схема управления трехфазным двигателем . . . . .	251
STK6105	SANYO	Мощная схема управления трехфазным двигателем . . . . .	251
STK6215	SANYO	Мощная схема управления с цифровым сервоконтроллером . . . . .	261
STK6217	SANYO	Мощная схема управления с цифровым сервоконтроллером . . . . .	261
STK6711AMK4	SANYO	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	263
STK6711BMK3	SANYO	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	264
STK6712AMK3/BMK3	SANYO	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	264

Тип	Фирма	Функциональное назначение	Стр.
STK6712AMK4/BMK4	SANYO	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	263
STK6713AMK3/BMK3	SANYO	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	264
STK6713AMK4/BMK4	SANYO	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	263
STK6855	SANYO	Мощная схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	266
STK6875	SANYO	Мощная схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	267
STK6877	SANYO	Мощная схема управления двигателем постоянного тока . . . . .	266
TA8410K/AK	TOSHIBA	Два мощных операционных усилителя . . . . .	268
TA8414P/F	TOSHIBA	Схема управления двигателем вентилятора . . . . .	268
TC642COA/CPA/VOA/VPA	TELCOM	Контроллер двигателя вентилятора с ШИМ . . . . .	269
TC646VOA/VPA	TELCOM	Контроллер двигателя вентилятора с ШИМ . . . . .	270
TC648VOA/VPA	TELCOM	Контроллер двигателя вентилятора с ШИМ . . . . .	271
TC4437	TELEDYNE	Мощные КМОП логические схемы . . . . .	272
TC4438	TELEDYNE	Мощные КМОП логические схемы . . . . .	272
TC4439	TELEDYNE	Мощные КМОП логические схемы . . . . .	272
TC4457	TELEDYNE	Мощные КМОП логические схемы . . . . .	272
TC4458	TELEDYNE	Мощные КМОП логические схемы . . . . .	272
TC4459	TELEDYNE	Мощные КМОП логические схемы . . . . .	272
TC4467	TELEDYNE	Мощные КМОП логические схемы . . . . .	272
TC4468	TELEDYNE	Мощные КМОП логические схемы . . . . .	272
TC4469	TELEDYNE	Мощные КМОП логические схемы . . . . .	272
TC4487	TELEDYNE	Мощные КМОП логические схемы . . . . .	272
TC4488	TELEDYNE	Мощные КМОП логические схемы . . . . .	272
TC4489	TELEDYNE	Мощные КМОП логические схемы . . . . .	272
TDA1059B	PHILIPS	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока . . . . .	273
TDA1059C	PHILIPS	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока . . . . .	273
TDA1559A/B/C	PHILIPS	Стабилизатор скорости двигателя постоянного тока . . . . .	274
TPIC0298	TI	Два мостовых выходных каскада . . . . .	97
TPIC2404	TI	Два мостовых выходных каскада . . . . .	279
U209B3	TEMIC	Схема управления симистором с преобразователем частота-напряжение . . . . .	275
U2008B	TEMIC	Схема управления симистором с фазовым регулированием . . . . .	276
UCN5804B	ALLEGRO	Выходной каскад управления шаговым двигателем . . . . .	277
UDN2544B	ALLEGRO	Выходной каскад с открытым коллектором для шагового двигателя . . . . .	281
UDN2916A	STM	Схема управления шаговым двигателем . . . . .	282
UDN2917	ALLEGRO	Мостовой выходной каскад с ШИМ . . . . .	283
UDN2936	ALLEGRO	Схема управления трехфазным двигателем . . . . .	285
UDN2998W	ALLEGRO	Схема управления двумя двигателями постоянного тока . . . . .	286
UDN3625M	ALLEGRO	Датчик Холла со схемой управления двигателем . . . . .	287
UDN3626M	ALLEGRO	Датчик Холла со схемой управления двигателем . . . . .	287
UDQ2943Z	ALLEGRO	Мощная ключевая полумостовая схема для управления двигателем . . . . .	108
UGN3130UA	ALLEGRO	Датчик Холла с пороговым устройством . . . . .	278
UGN3235K	ALLEGRO	Датчик Холла со схемой управления двигателем . . . . .	288
UGN5275K	ALLEGRO	Датчик Холла . . . . .	279

## ВВЕДЕНИЕ В УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯМИ

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Электродвигатель (далее двигатель) состоит из ротора и статора. Грубо говоря, работа двигателя происходит следующим образом: Ротор представляет собой постоянный магнит, увлекаемый вращающимся магнитным полем. Это поле создается обмотками, расположенными на статоре. За один период подводимого к двигателю напряжения поле совершает один оборот. Скорость вращения ротора равна частоте напряжения на обмотках, поделенной на число пар полюсов ротора. Это следует из обратимости двигателя, так как  $n$ -полюсный ротор наводит в обмотках напряжение, частота которого в  $n$  раз больше частоты вращения. (Рис. 1). Как видно из Рис. 1, вращение поля вызывает подачей на обмотки напряжений, представляющих бегущую волну; у двигателя с многополюсным ротором вращающееся магнитное поле располагается локально, а не равномерно по всему статору.

Напряжение на каждой обмотке равно сумме напряжения самоиндукции и падения напряжения на сопротивле-

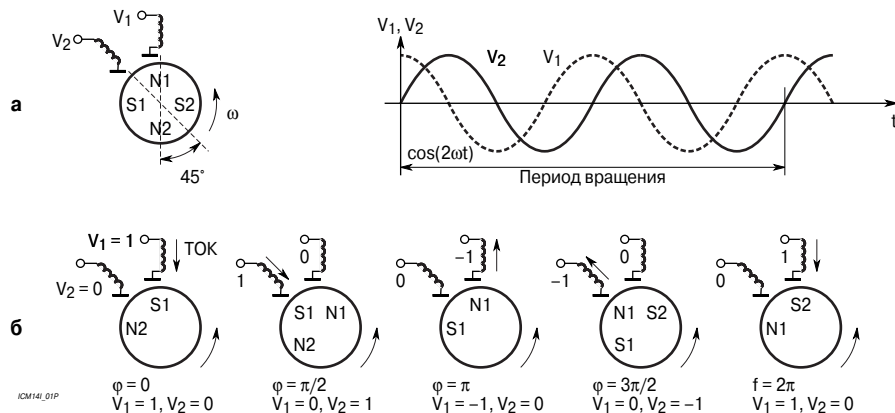
нии обмотки. Напряжение самоиндукции прямо пропорционально скорости вращения ротора; момент сил, развиваемых на валу двигателя, пропорционален потребляемому току. Уравнения, описывающие двигатель (motor) по каждой фазе, имеют вид:

$$V_M = I_M R_M + E_M, \quad E_M = S\omega, \quad M = QI_M.$$

$V_M$  — подводимое напряжение,  
 $I_M$  — потребляемый ток,  
 $E_M$  — напряжение самоиндукции,  
 $R_M$  — сопротивление обмотки,  
 $M$  — момент сил на валу двигателя,  
 $S, Q$  — коэффициенты пропорциональности,  
 $\omega$  — угловая скорость вращения ротора.

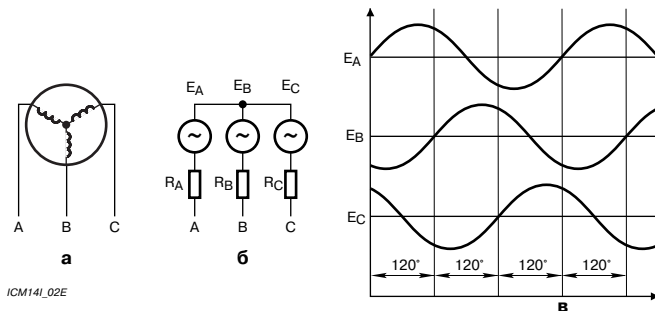
Таким образом, по каждой фазе подводимого напряжения двигатель представляется эквивалентной схемой, состоящей из последовательно соединенных резистора и источника напряжения. Резистор представляет собой сопротивление обмоток, источник напряжения — напряжение самоиндукции обмоток (Рис. 2). Напряжение самоиндукции обычно называют возвратной ЭДС, так как она равна напряжению, прикладываемемому к обмоткам

**Рис. 1. а** — напряжение, наводимое в обмотке 4-полюсным ротором, имеет частоту, в два раза выше частоты вращения ротора. **б** — вращение ротора при подаче на обмотки напряжения, наводимого в них при вращении ротора на рис. 1а



За один период магнитного поля ротор повернулся на пол-оборота. Стрелками указано направление магнитного поля, которое будем считать совпадающим с направлением тока. Северный (N) полюс ротора притягивается обмоткой, ток в которой протекает от центра.

**Рис. 2. а** — принципиальная, **б** — эквивалентная схема трехфазного двигателя, **в** — напряжения бегущей волны, подводимые к обмоткам для вращения ротора или наводимые в обмотках при вращении ротора в ту же сторону



## ВВЕДЕНИЕ

двигателя, чтобы он вращался с такой же скоростью без нагрузки.

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. Заметим, что так как вращающий момент на валу двигателя пропорционален току, на практике оказывается предпочтительнее управлять двигателем, контролируя протекающий по нему ток.

Обмотки представляют собой индуктивность, поэтому выводы схемы управления, подводящие к ним напряжения, должны шунтироваться диодами во избежание пробоя выбросами напряжения.

### 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. 3**. 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 останова. Различие между ними заключается в том, что в режиме торможения двигатель практически замкнут накоротко. На **Рис. 3** замыкание двигателя в режиме торможения 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  $R_M$ :

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

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

— 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:

$$\frac{d\omega}{dt} = -\omega \frac{S^2}{JR_M}, \quad \omega = \omega_0 \exp(-t/\tau).$$

$\omega_0$  — начальная скорость вращения,

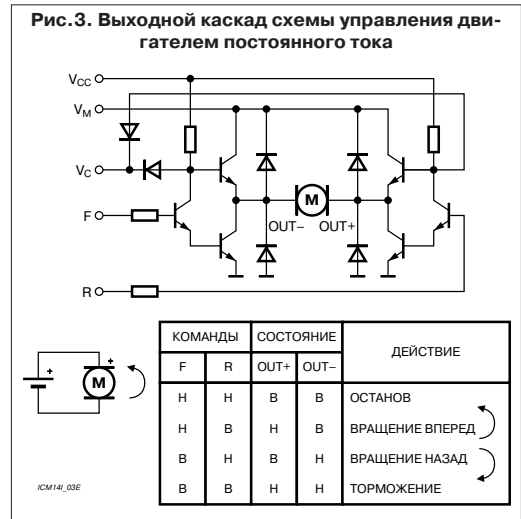
$$\tau = \frac{JR_M}{S^2} < 1 \text{ секунды}$$

(для двигателей бытовой аппаратуры.)

В режиме останова двигатель вращается по инерции, но напряжение самоиндукции его обмоток может быть ограничено. Например, в схеме на **Рис. 3** это напряжение примерно равно разнице напряжения питания  $V_{CC}$  и напряжения управления  $V_C$ .

Как видно из построения схемы, приведенной на **Рис. 3**, 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. 3**, приведено в таблице. Заметим, что направление вращения двигателя — параметр относительный, поэтому здесь и далее выражения “вращение вперед (назад)” указывают 2 состояния двигателя с разными направлениями вращения.



#### Назначение выводов схемы, приведенной на **Рис. 3**

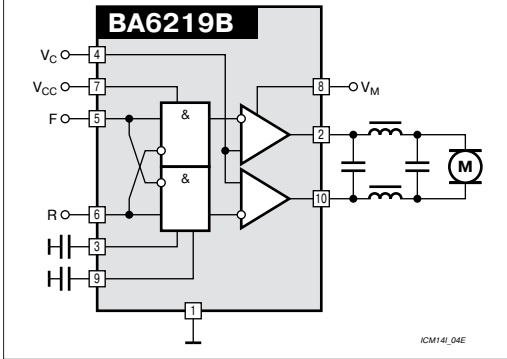
СИМВОЛ	НАЗНАЧЕНИЕ
$V_M$	Напряжение питания выходного каскада
$V_{CC}$	Напряжение питания схемы управления
$V_C$	Напряжение управления скоростью
F	Команда вращения вперед (против часовой стрелки)
R	Команда вращения назад (по часовой стрелке)
OUT+	Неинвертирующий выход
OUT-	Инвертирующий выход
GND	Общий

На **Рис. 4** показано применение интегральной схемы ВА6219В фирмы Rohm для управления двигателем постоянного тока ведущего вала видеомagnetофона. Здесь, как и указано выше, команды F и R задают направ-



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

**Рис. 4. Управление двигателем постоянного тока интегральной схемой ВА6219В фирмы Rohm. Конденсаторы на выводах 3 и 9 установлены, чтобы избежать протекания сквозных токов по транзисторам мостового выходного каскада во время переключения**

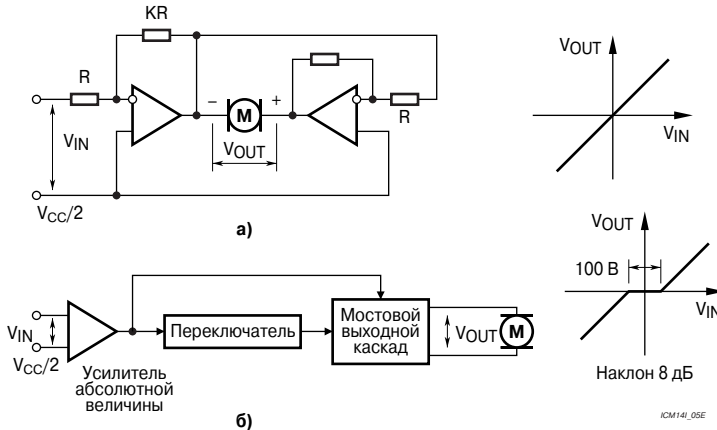


В проигрывателях компакт-дисков часто применяется так называемая балансная схема управления двигателем постоянного тока. Эта схема подает напряжение на двигатель прямо пропорционально входному напряжению с учетом его знака. Она состоит из двух усилителей, каждый из которых прикладывает к двигателю одинаковое по величине, но разное по знаку напряжение. Двигатель подключен к выходам усилителей. На Рис.5 представлены варианты схем с однополярным питанием усилителей,

наиболее часто применяемые в аппаратуре. На Рис. 5а приведена схема с инвертором, имеющая линейную передаточную характеристику; здесь выходное напряжение второго усилителя формируется как инверсия выходного напряжения первого. На Рис.5б изображена блок-схема балансного усилителя с нелинейной передаточной характеристикой, которая имеет в середине плоский участок, соответствующий торможению. В этой схеме входное напряжение вначале усиливается, затем определяется его абсолютная величина и знак (относительно средней точки). Далее напряжение, соответствующее абсолютной величине, подается на мостовой выходной каскад, плечи которого коммутируются в соответствии со знаком входного напряжения. По схеме Рис. 5а построена, например, микросхема LA6532 фирмы Sanyo, по схеме Рис. 5б — микросхемы LB8107/8/9 той же фирмы. Заметим, что для повышения точности управления вывод средней точки  $V_{CC}/2$  часто соединяют с аналогичным выводом устройства, вырабатывающий напряжение управления для данной схемы.

Для управления двигателями, потребляющими больше нескольких ватт, требуются схемы, имеющие высокий КПД, так как в противном случае отвод тепла от схемы управления потребует громоздких радиаторов. Эта задача решается с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ), схемы с которой имеют теоретически 100% КПД. Обычно действуют одним из двух способов: первый — применение управляемого импульсного стабилизатора, второй — подача широтно-модулированных импульсов на двигатель, так как двигатель имеет значительную индуктивную составляющую импеданса. Для подачи импульсов на двигатель применяются мощные быстродействующие ключевые или логические схемы, так как длительность фронта существенно влияет на КПД схем с широтно-импульсной модуляцией.

**Рис.5 Балансные схемы управления двигателем постоянного тока и их характеристики. а — линейная схема с инвертором, б — блок-схема нелинейного мостового усилителя**



# ВВЕДЕНИЕ

Применение управляемого импульсного стабилизатора иллюстрируется **Рис. 6**. На этом рисунке приведена часть микросхемы LB8108M фирмы Sanyo, предназначенной для управления механизмом проигрывателя компакт-дисков. На рисунке приведены два из четырех каналов микросхемы. Каждый канал состоит из усилителя абсолютной величины, переключателя и выходного каскада, как показано на **Рис. 5б**. Напряжение к двигателям и катушкам механизма подводится от выходных каскадов, которые питаются от импульсного стабилизатора напряжения. Напряжение, которое вырабатывает стабилизатор, определяется по максимальному из абсолютных величин специальным узлом на четырех повторителях напряжения.

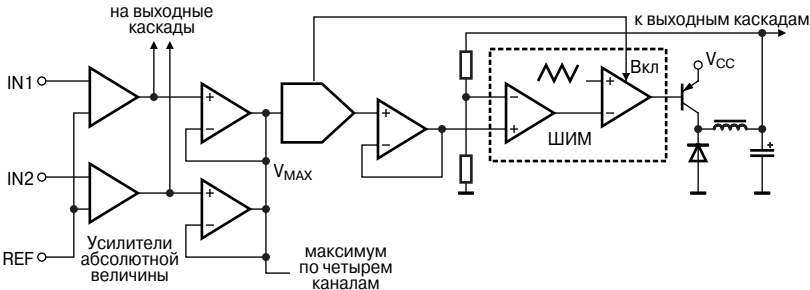
## УПРАВЛЕНИЕ ШАГОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

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

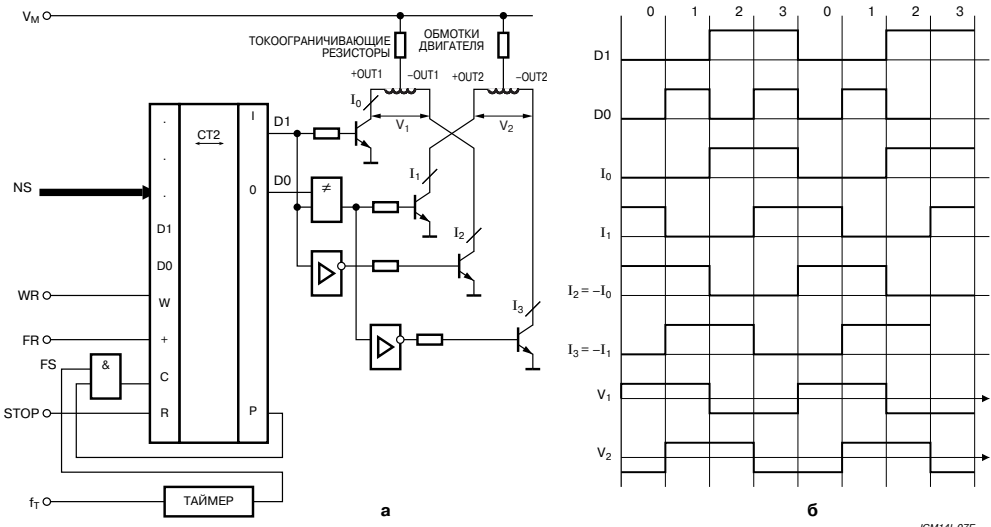
Для шагового двигателя, (как и для всякого  $n$  фазного двигателя), поворот на минимальный угол (шаг) производится при смене фазы питающего напряжения. Для  $n$ -фазного двигателя, имеющего  $p$  пар полюсов, шаг равен  $2\pi/(np)$ . Для уменьшения шага количество полюсов ротора увеличивают до нескольких десятков. Для удобства задания количества шагов в двоичной системе счисления 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. 7**.

Цифровые сигналы D0 и D1, из которых формируется напряжения бегущей волны, вырабатываются реверсив-

**Рис. 6.** Управление преобразователем напряжения выходных каскадов микросхемы LB8108M. Элемент, обозначенный пятиугольником, при малом значении абсолютной величины входного напряжения отключает модулятор ШИМ, при большом — включает его и подает напряжение управления на его вход



**Рис. 7.** Выходной каскад схемы управления шаговым двигателем: а — схема, б — временная диаграмма



ным 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  $F_T$  счетчиком или таймером. Сигнал FR задает направление счета, и, следовательно, направление вращения двигателя. Сигнал STOP служит для остановки двигателя. Заметим, что рассмотренную схему можно реализовать программно, как последовательность команд микро-ЭВМ.

Нетрудно видеть, что представленный на **Рис. 7б** способ коммутации обмоток не единственный. Наибольшее практическое распространение получили 3 способа коммутации, представленные на **Рис. 8**. Классификация производится по количеству обмоток, в которые одновременно подается ток. На рис. 8а в обмотки поочередно подается ток, на **Рис. 8в** — ток поочередно подается в две обмотки. Промежуточный случай представлен на **Рис. 8б**, где ток подается поочередно в одну или две обмотки. В зарубежной литературе эти способы получили названия соответственно 1 phase excitation, 2 phase excitation и 1-2 phase excitation, что можно перевести как одно-, двух- и полутора- фазными способами возбуждения (запитывания) обмоток.

Момент сил на валу шагового двигателя зависит от способа запитывания обмоток. Очевидно, что при двухфазном способе он выше по сравнению с однофазным. На высоких скоростях предпочтителен полуторафазный способ.

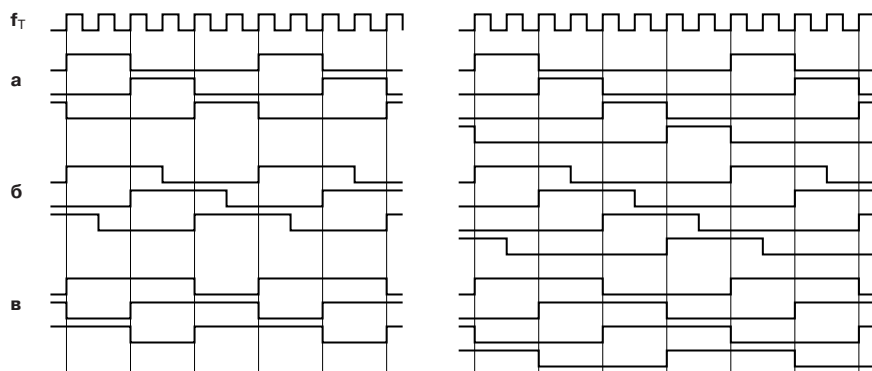
Практические схемы управления имеют более разветвленную логику управления, мостовой выходной каскад и, как правило, содержат широтно-импульсный ограничитель тока. Логика управления обычно дополняется сигналами запрета и поворота фаз. Мостовой выходной каскад устанавливается, чтобы изменять направление тока в обмотке двигателя при питании от однополярного источника. Команда поворота фаз производит указанное изменение направления: в зависи-

мости от ее положения работают транзисторы только одной из диагоналей моста. Широтно-импульсный ограничитель тока служит для снижения мощности, рассеиваемой выходным каскадом.

Устройство типовой схемы управления шаговым двигателем приведено на **Рис. 9**. (Для ясности показан только один выходной каскад.) Как видно из рисунка, вход P управления полярностью открывает клапан  $G_1$  или  $G_2$ , вследствие чего цифровой сигнал со входа  $IN_1$  открывает транзисторы только одной из диагоналей моста:  $T_1, T_4$  при  $P = 1$  и  $T_2, T_3$  при  $P = 0$ . Соответственно изменяется полярность напряжения, прикладываемого к обмотке двигателя. Широтно-импульсный ограничитель добавляет в схему компаратор, токоизмерительный резистор и таймер. Таймер состоит из диода, RC-цепочки и триггера Шмитта. Ограничитель стабилизирует величину тока в обмотке по уровню  $I_{MAX} = V_{REF}/R_S$  следующим образом: Положим для определенности, что в данный момент времени  $P = 1, IN_1 = 1, Q = 1$ , (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  $T_1$  и  $T_4$ , а ток  $I_L$  будет плавно нарастать до величины  $I_{MAX}$ . После срабатывания компаратора через диод D зарядится конденсатор RC-цепочки таймера. На время  $T_M$  (длительности разряда конденсатора) закроются транзисторы  $T_1$  и  $T_4$ . В течение этого времени на обмотке будет напряжение обратной полярности и ток уменьшится на величину  $\Delta I = V_L(T_M/L)$ .  $V_L \approx V_M, V_M$  — напряжение на обмотке, L — индуктивность обмотки двигателя. После окончания импульса таймера откроются транзисторы  $T_1$  и  $T_4$  и полярность напряжения на обмотке изменится снова. Ток в обмотке снова начнет нарастать, причем на величину  $\Delta I$  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

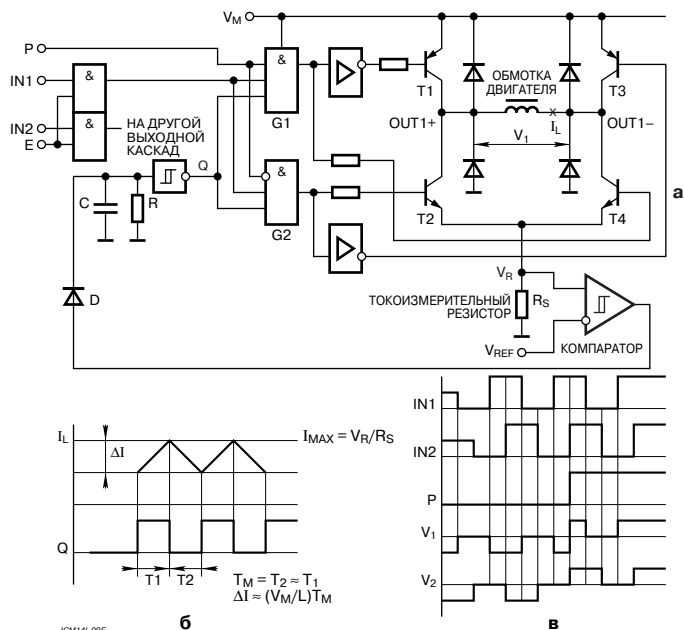
$$I_W = I_{max} - \frac{\Delta I}{2} \approx I_{MAX}.$$

**Рис. 8.** Временные диаграммы тока в обмотках трех- и четырехфазных шаговых двигателей при: а — одно-, б — полутора и в — двухфазных способах запитывания обмоток



# ВВЕДЕНИЕ

**Рис. 9.** Устройство схемы управления шаговым двигателем (а), б, в — временные диаграммы управления полярностью и ограничения тока



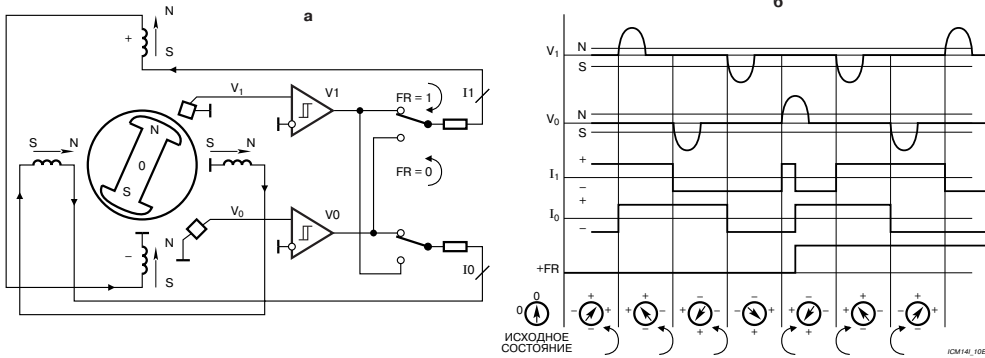
Назначение выводов схемы приведено в таблице.  
Назначение выводов схемы, приведенной на Рис. 9

СИМВОЛ	НАЗНАЧЕНИЕ
P	Направление тока в обмотках
IN <sub>1</sub>	Вход фазы 1
IN <sub>2</sub>	Вход фазы 2
RC	Времязадающая RC цепочка таймера ограничителя тока
COM	Общий вывод выходного каскада
UM	Вывод установки максимального тока выходного каскада
OUT <sub>1+</sub>	Неинвертирующий выход фазы 1
OUT <sub>1-</sub>	Инвертирующий выход фазы 1
V <sub>M</sub>	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 формируется 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. 10. Для ясности рассматриваемый двигатель имеет одну пару полюсов ротора и две обмотки статора. Обмотки подключены через токоограничивающие резисторы, напряжения с датчиков поступают на вход триггеров Шмитта. На Рис. 6в показаны все 4 возмож-

ные комбинации знаков тока в обмотках и соответствующие им положения ротора. Эти положения 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, притягивающий ротор к следующему по ходу вращения датчику. Направление вращения задается переключателем. При вращении в отрицательном направлении (по часовой стрелке) контакт переключателя поднят вверх (FR = 1), напряжение U<sub>1</sub> коммутирует ток I<sub>1</sub> в обмотке 1, U<sub>0</sub> — ток I<sub>0</sub> в обмотке 0. В исходном состоянии, когда по обмоткам не протекает ток, ротор будет притянут полюсом к сердечнику одной из катушек, то есть займет положение под углом 0 или 90° к вертикали. При подаче питания триггеры устанавливаются в какое-то состояние, ротор будет стремиться занять соответствующее положение. При этом он либо достигнет, либо пройдет мимо датчика, вызывая перебрасывание соответствующего триггера, после чего начнется равномерное вращение двигателя. Заметим, что описанная процедура работы и особенно запуска надежна, если датчики вырабатывают напряжение только по положению, без влияния скорости ротора. Наиболее простыми и надежными датчиками, обладающими этими свойствами, являются датчики Холла, поэтому они практически вытеснили все другие типы датчиков из применения в двигателях.

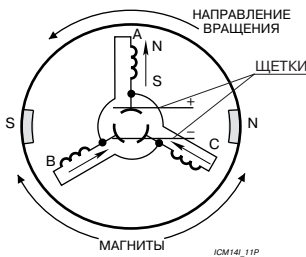
**Рис. 10.** Устройство и временная диаграмма работы схемы управления шаговым двигателем в режиме свободного хода. а — схема управления и подключение к ней двигателя, б — временная диаграмма работы. N, S — пороги срабатывания триггеров Шмитта. Соответствующие им напряжения вырабатываются при расположении 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.



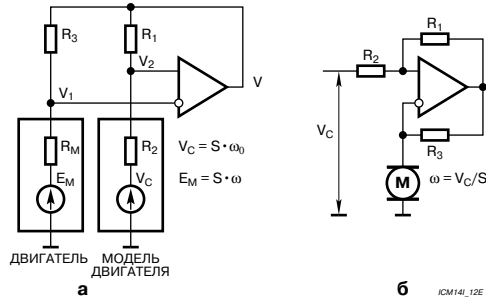
**СТАБИЛИЗАЦИЯ СКОРОСТИ ДВИГАТЕЛЯ КАСЕТНОГО МАГНИТОФОНА**

В кассетном магнитофоне обычно устанавливается один двигатель постоянного тока, который не меняет направления вращения. В подавляющем большинстве магнитофонов установлен двигатель с трехполюсным ротором, работа и устройство которого представлены на **Рис. 11**.

**Рис. 11.** Устройство двигателя с трехполюсным ротором. Стрелкой указано направление магнитного поля, которое будем считать совпадающим с направлением тока. К северному (N) полюсу магнита притягивается обмотка, ток в которой протекает к центру. Как видно из рисунка, полюса ротора, расположенные сверху (в данный момент полюс А) будут всегда притягиваться к южному полюсу магнита, расположенные снизу — к северному. Положение верх-низ устанавливается относительно горизонтальной плоскости, проходящей через ось ротора



**Рис. 12.** Мостовая схема управления двигателем постоянного тока



Требования к стабильности скорости удовлетворяются схемой стабилизатора, работающего на измерении напряжения самоиндукции двигателя. Это напряжение прямо пропорционально скорости вращения и, следовательно, может служить датчиком скорости. Схема стабилизации должна поддерживать напряжение самоиндукции равным заданному. На **Рис. 12** представлена одна из наиболее наглядных схем, реализующих эту идею. В этой схеме стабилизация скорости производится сравнением напряжений на двигателе и его модели. Двигатель представлен резистором  $R_M$  и источником напряжения  $E_M$ . Модель состоит из резистора  $R_2$  и источника напряжения управления  $V_C$ . Резистор  $R_2$  представляет сопротивление двигателя,  $V_C$  — задаваемое напряжение самоиндукции  $S\omega_0$ , соответствующее вращению двигателя с угловой скоростью  $\omega_0$ . Резисторы  $R_M, R_1, R_2, R_3$  образуют мост для измерения разницы напряжений  $V_C$  и  $E_M$ . При коэффициенте усиления усилителя равным  $K$ , схема описывается уравнениями:

## ВВЕДЕНИЕ

$$V_1 = V \frac{R_M}{R_3 + R_M} + E_M \frac{R_3}{R_M + R_3},$$

$$V_2 = V \frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_C \frac{R_1}{R_1 + R_2},$$

$$(V_1 - V_2)K = V,$$

$$E_M = S\omega.$$

Ясно, что при достаточно большом  $K$  можно считать  $V_1 = V_2$ . В этом случае, если мост сбалансирован ( $R_3/R_M = R_1/R_2$ ), то  $E_M = V_C = S\omega_0$ , то есть двигатель будет вращаться с заданной скоростью  $\omega_0$  независимо от нагрузки на его валу. Как видно на этом примере, решение системы уравнений, описывающих схему управления двигателем, состоит из двух выражений: условие баланса и связь в явном виде скорости  $\omega$  с напряжением управления  $V_C$ . Применительно к рассматриваемой схеме решения выглядят следующим образом:

$$\frac{R_3}{R_M} = \frac{R_1}{R_2} \text{ — условие баланса,}$$

$$\omega = \frac{V_C}{S} \text{ — связь скорости с напряжением управления в явном виде.}$$

На **Рис. 13** приведена структурная схема интегральной схемы TA7768F фирмы Toshiba, в которой опорное напряжение непосредственно вычитается из напряжения двигателя. Пренебрегая для ясности опорным током  $I_R$ , протекающим по резистору  $R_K$ , представим уравнения, описывающие эту схему как:

$$I_M R_K + I_M R_M + E_M = V,$$

$$V \frac{R_2}{R_1 + R_2} = I_M R_M + E_M - V_R,$$

$$V_R = I_R R_T,$$

$$E_M = S\omega.$$

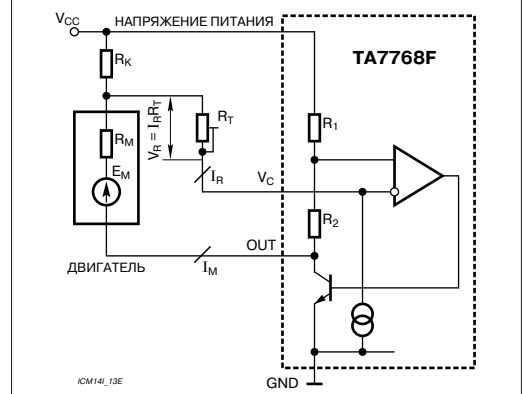
Их решения:

$$R_K = R_M \frac{R_1}{R_2},$$

$$\omega = \frac{V_R}{S} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) > \frac{V_R}{S}.$$

Так как в этой схеме отношение резисторов  $R_1/R_2$  изменить невозможно, то после выполнения балансировки скорость двигателя будет определяться только опорным напряжением  $V_R$ , которое задается положением движка резистора  $R_T$ .

**Рис 13. Устройство интегральной схемы TA7768F фирмы Toshiba и подключение к ней двигателя**



**Назначение выводов схемы, приведенной на Рис. 13**

СИМВОЛ	НАЗНАЧЕНИЕ
$V_{CC}$	Напряжение питания
$V_C$	Напряжение управления
OUT	Выход
GND	Общий вывод

Следует отметить, что для применения этой схемы необходимо знать отношение резисторов  $R_1/R_2$ . Оно обычно не входит в список параметров микросхемы, но величины резисторов приводятся на структурной схеме.

Для случая фиксированной скорости наиболее популярна трехвыводная схема, приведенная на **Рис. 14**. В ней на резистор  $R_1$  через токовое зеркало подается ток  $k I_M$ , пропорциональный току  $I_M$ , протекающему через двигатель. Коэффициент  $k$  называют шунтирующим отношением. Как следует из рисунка,  $k = 1/N$ ,  $N$  — количество параллельно соединенных транзисторов выходного каскада. (Резисторы в эмиттерах транзисторов одинаковы.) Ток резистора  $R_2$  и ток потребления схемой управления также протекают по резистору  $R_1$ , поэтому ток двигателя должен быть достаточно большим, чтобы можно было пренебречь падением напряжения на этом резисторе, вызванного другими токами. При пренебрежении указанными токами и бесконечном коэффициенте усиления операционного усилителя схема описывается уравнениями:

$$(I_M R_M + E_M) \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_R + k \times I_M \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} =$$

$$= I_M R_M + E_M,$$

$$E_M = S\omega.$$

Их решения:

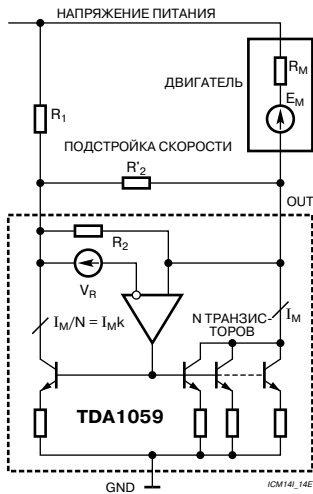
$$R_1 = \frac{R_M}{k},$$

$$\omega = \frac{V_R}{S} \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right) > V_R/S.$$

В этой схеме отношение резисторов  $R_1/R_2$  изменить можно, и после выполнения балансировки скорость двигателя будет определяться произведением опорного напряжения  $V_R$  на  $(1 + R_1/R_2)$ . Поэтому в интегральных схемах этого рода опорное напряжение не перестраивается, а скорость регулируется резистором  $R_2$ .

В магнитофонах с реверсивным движением ленты требуется стабилизировать скорость вращения двигателя в обоих направлениях. Для этого обычный стабилизатор дополняется переключателем для подключения двигателя в требуемой полярности.

**Рис. 14. Устройство интегральной схемы TDA1059 фирмы Philips и подключение к ней двигателя**



**Назначение выводов схемы, приведенной на Рис. 14**

СИМВОЛ	НАЗНАЧЕНИЕ
$V_C$	Напряжение управления
OUT	Выход
GND	Общий

При настройке описанных схем вначале подбирается резистор, имитирующий сопротивление обмоток двигателя. Его подбор производится из условия минимального влияния нагрузки на скорость двигателя. Затем подбирается резистор, задающий скорость вращения.

Все рассмотренные в этом разделе интегральные схемы предназначены для стабилизации постоянной скорости двигателя и не предназначены для регулировки скорости. Предназначенные для этого схемы называются контроллерами скорости. Схема контроллера, работающего на измерении возвратной ЭДС, представлена на **Рис. 15**. Она отличается от рассмотренных главным образом тем, что в ней предусмотрена удобная регулировка опорного напряжения, путем изменения напряжения на измерении возвратной ЭДС, представляется на **Рис. 15**. Она отличается от рассмотренных главным образом тем, что в ней предусмотрена удобная регулировка опорного напряжения, путем изменения напряжения на измерении возвратной ЭДС, представляется на **Рис. 15**. Она отличается от рассмотренных главным образом тем, что в ней предусмотрена удобная регулировка опорного напряжения, путем изменения напряжения на измерении возвратной ЭДС, представляется на **Рис. 15**.

Условие балансировки:

$$R_T k \times I_M = R_M I_M,$$

Выражение для скорости:

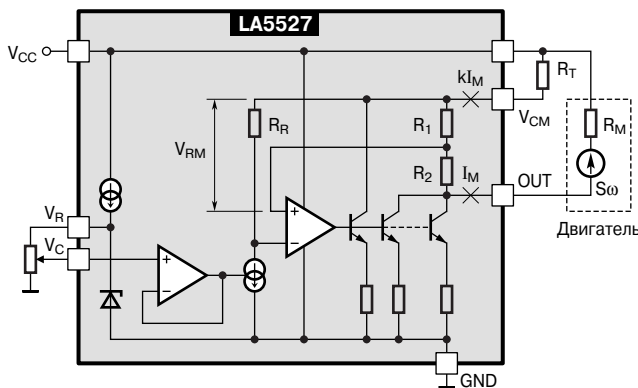
$$S \times \omega \frac{R_1}{R_1 + R_2} = V_{RM}.$$

Их решения:

$$R_T = \frac{R_M}{k},$$

$$\omega = \frac{V_{RM}}{S} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right).$$

**Рис. 15. Устройство микросхемы LA5527 фирмы Sanyo и подключение к ней двигателя**



# ВВЕДЕНИЕ

Назначение выводов схемы, приведенной на рис. 15

СИМВОЛ	НАЗНАЧЕНИЕ
$V_{CC}$	Напряжение питания
OUT	Выход
GND	Общий
$V_C$	Напряжение управления
$V_{CM}$	Напряжение управления выходным каскадом
$V_R$	Опорное напряжение

## ТРЕХФАЗНЫЕ синхронные ДВИГАТЕЛИ

В настоящее время трехфазные синхронные двигатели применяются практически во всех видеомагнитофонах и телекамерах. Основное свойство синхронного двигателя заключается в том, что он работает без скольжения, то есть скорость вращения ротора задается частотой переменного напряжения, подводимого к обмоткам. Устройство синхронных двигателей обсуждалось в разделе "Общие сведения". Их отличительной особенностью является многополюсный ротор, магнитное поле которого не изменяется во времени.

Устройство двигателя схематично представлено на Рис. 16. Он состоит из ротора в виде постоянного магнита и трех обмоток. Форма ротора и сердечников катушек выбирается такой, чтобы при поочередной подаче тока в обмотки соответствующий направлению тока полюс ротора притягивался к катушке, по которой течет ток. Как видно из рисунка, работа схемы управления должна заключаться в том, чтобы при нахождении полюса ротора у сердечника одной катушки переключить ток в другую, следующую по ходу ротора. Требуемая для этого переключения информация о положении ротора снимается либо с датчиков положения, либо определяется по напряжениям возвратной ЭДС, наводимыми на обмотки двигателя. В соответствии со способом определения положения ротора и делаются схемы управления трехфазными двигателями: с датчиками и без датчиков положения.

Заметим, что не зависимо от типа схемы управления (с датчиками или без них), на практике оказывается предпочтительнее управлять трехфазным двигателем по току. При этом способе управления на двигателе изменяется напряжение, чтобы протекающий по нему ток сохранял заданное значение. Так как вращающий момент на валу двигателя пропорционален току, данный способ управления обеспечивает наиболее плавную работу механизма, в который установлен двигатель. Также не зависит от типа схемы управления максимальная скорость вращения ротора. Она ограничивается величиной возвратной ЭДС, размах которой обычно не превышает напряжения питания.

Наиболее наглядная работа схемы управления с датчиками положения. Ее основные узлы и временная диаграмма работы показаны на Рис. 16. Схема состоит из датчиков положения, расположенных напротив обмоток, триггеров Шмитта, переключателя направления вращения, логических схем формирователей и выход-

ного каскада. Магнитное поле обмоток не влияет на сигналы датчиков положения.

Назначение выводов схемы, приведенной на рис. 16

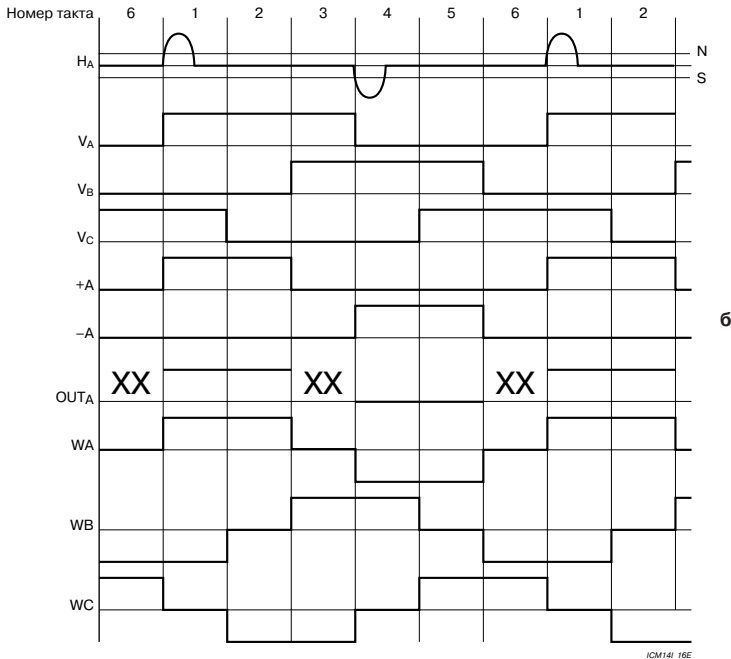
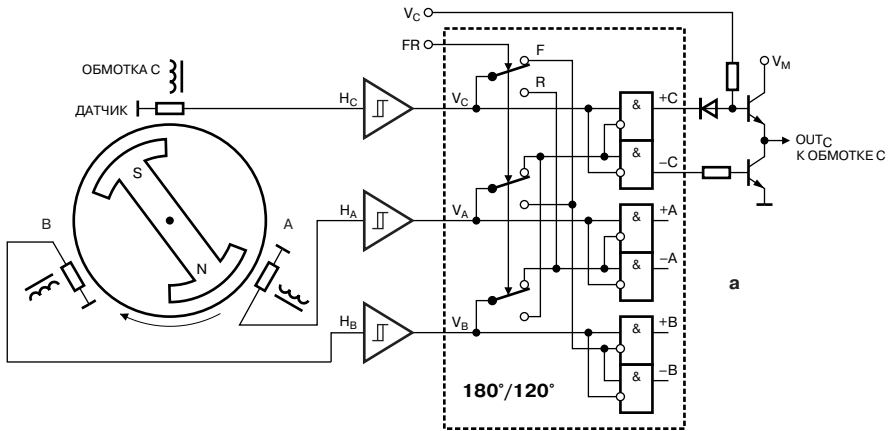
СИМВОЛ	НАЗНАЧЕНИЕ
$H_A$	Вход фазы А
$H_B$	Вход фазы В
$H_C$	Вход фазы С
$OUT_A$	Выход фазы А
$OUT_B$	Выход фазы В
$OUT_C$	Выход фазы С
$V_C$	Напряжение управления
FR	Направление вращения
$V_M$	Напряжение питания выходного каскада

В момент, изображенный на рисунке, северный полюс ротора находится у датчика фазы А, то есть до этого момента времени по обмотке фазы А протекал ток, притягивающий к ней полюс ротора. При приближении ротора к датчику фазы А наводимое в нем напряжение перебрасывает триггер фазы А. Перебрасывание триггера вызывает подачу тока в другую обмотку. Если мы хотим, чтобы ротор вращался против часовой стрелки, ток следует подать в обмотку фазы С. Чтобы вращение было по часовой стрелке — в обмотку фазы В. Нужно, следовательно, подавать выходное напряжение триггера фазы А либо на формирователь фазы С либо В, что производится переключателем направления вращения. Временная диаграмма работы приведена на Рис. 16б. Вход управления часто снабжают функцией торможения: при напряжении ниже порогового производится торможение, при превышении порога — управление скоростью. Назначение выводов схемы Рис. 16 приведено в таблице.

Как и в случае шаговых двигателей, работа, а особенно запуск, надежен, если датчики вырабатывают напряжение только по положению, без влияния скорости ротора. Наиболее простыми и надежными датчиками, обладающими этими свойствами, являются датчики Холла, поэтому они фактически вытеснили все другие типы датчиков из применения в двигателях. Практически всегда напряжение с датчиков Холла снимается дифференциальным каскадом, входы которого разделяют на инвертирующий и неинвертирующий, обозначая, например, неинвертирующий вход фазы А как  $IN_{A+}$ , инвертирующий — как  $IN_{A-}$ . По выходам дифференциальных усилителей устанавливаются пороговые устройства, выходные напряжения которых соответствуют напряжениям  $V_A$ ,  $V_B$  и  $V_C$  на Рис. 16. Состояние выхода порогового устройства изменяется, если разница напряжений на входах изменяет знак и становится больше порогового. Порядок порогового напряжения — 100 мВ. Опуская название фазы, можно сказать, что состояние входа изменяется в 1, если  $(IN+) - (IN-) > 0.1 В$ , переходит в 0, если  $(IN+) - (IN-) < 0.1 В$ , как обычно пишется в таблицах функционирования.



Рис. 16. а — устройство 3-фазного двигателя и схемы управления с датчиками положения. б — временная диаграмма работы схемы управления.  $H_C, U_C, W_C$  — напряжения на выходе датчика положения, триггера и обмотке фазы С.  $+A$  и  $-A$  — выходные напряжения формирователя фазы А. В верхнем положении переключателя ротор вращается против часовой стрелки. Показано формирование выходного напряжения фазы А при вращении ротора против часовой стрелки.  $xx$  — холостой ход; оба транзистора выходного каскада закрыты.  $N, S$  — пороги срабатывания триггеров Шмитта. Соответствующие им напряжения вырабатываются при расположении одноименного полюса ротора в окрестности датчика положения



## ВВЕДЕНИЕ

Обмотки трехфазных двигателей чаще всего соединяют звездой, период работы выходного каскада составляет 6 тактов, как и на **Рис. 16**. Таблица функционирования такого каскада представлена ниже.

**Таблица функционирования схемы управления трехфазным двигателем, обмотки которого соединены звездой**

№ такта	ВХОДЫ			ВЫХОДЫ	
	A	B	C	ИСТОЧНИК	ПРИЕМНИК
1	1	0	1	A	B
2	1	0	0	A	C
3	1	1	0	B	C
4	0	1	0	B	A
5	0	1	1	C	A
6	0	0	1	C	B

Как видно из **Рис. 16**, в такте № 1 срабатывает датчик фазы А. В этом такте на выходе фазы А будет ВЫСОКИЙ уровень напряжения, на выходе фазы В — НИЗКИЙ, на выходе фазы С холостой ход. При любом способе соединения обмоток ток потечет от фазы А к фазе В, то есть фаза А будет источником, а фаза В — приемником, как и отражено в таблице. Как можно видеть из рисунка, в любом такте имеет место такая же ситуация.

В бездатчиковой схеме управления положение ротора определяется по напряжению возвратной ЭДС, наводимой на обмотки двигателя при вращении ротора. Поскольку это напряжение прямо пропорционально скорости вращения ротора, на малых скоростях оно будет столь мало, что не будет восприниматься. В связи с этим в системе управления имеется специальный узел запуска, который представляет собой многофазный широкополосный генератор управляемый напряжением (ГУН), который имитирует возвратную ЭДС. При пуске двигателя его частота качается практически от нуля (нескольких герц) до рабочей частоты, благодаря чему производится предварительная раскрутка двигателя. С

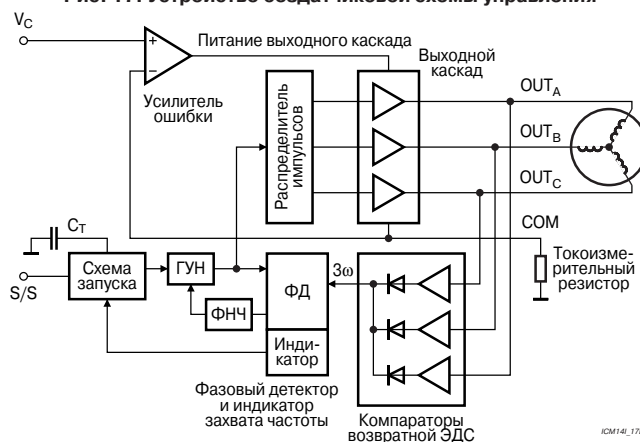
увеличением скорости вращения двигателя повышается величина возвратной ЭДС. По достижению напряжения возвратной ЭДС уровня надежно фиксируемой величины схемой запуска прекращается качание частоты ГУН. Производится синхронизация его колебаний напряжением возвратной ЭДС путем захвата частоты системой ФАП. После захвата частоты двигателем можно управлять, то есть момент сил на валу двигателя будет пропорционален потребляемому току, а скорость — пропорциональна напряжению, подводимому к обмоткам.

Основные узлы бездатчиковой схемы управления показаны на **Рис. 17**. Схема состоит из схемы запуска, генератора, управляемого напряжением, фазового детектора с индикатором захвата, блока компараторов возвратной ЭДС, распределителя импульсов, выходного каскада и усилителя ошибки. Функционирование схемы протекает, как описано выше, назначение выводов приведено ниже в таблице. Следует обратить внимание на следующие моменты. Частота напряжения на выходе блока компараторов возвратной ЭДС как минимум в три раза выше частоты, подводимой к выходному каскаду. Фильтр низких частот, установленный после фазового детектора, устраняет паразитную девиацию фазы, вызванную не симметрией обмоток двигателя и разницей параметров каналов блока компараторов возвратной ЭДС. Этот способ наглядный, но не единственный, так как устранение паразитной девиации фазы является одной из основных трудностей бездатчиковых схем управления.

**Назначение выводов схемы, приведенной на рис. 17**

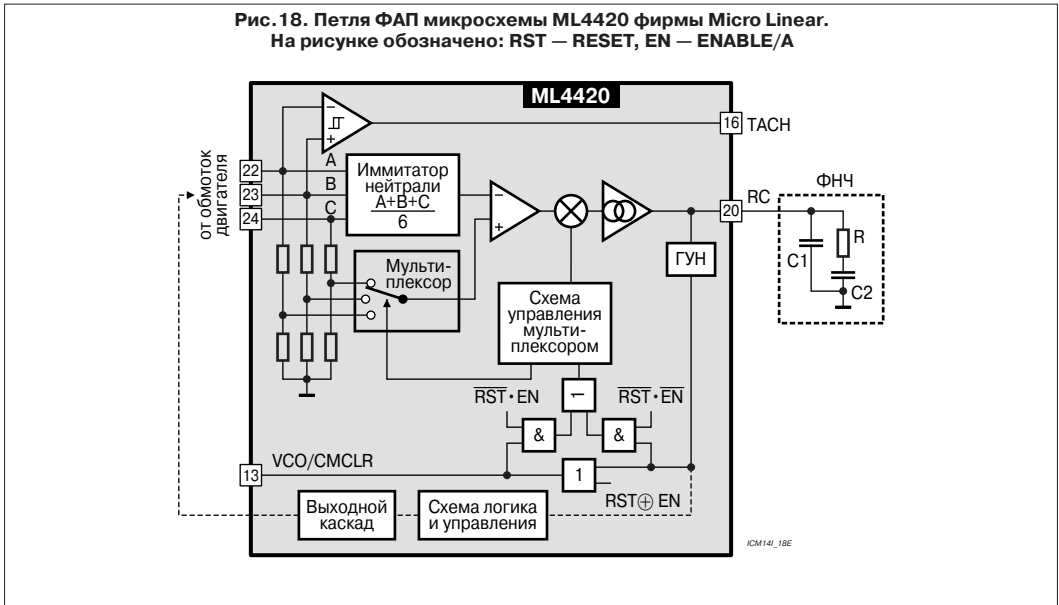
СИМВОЛ	НАЗНАЧЕНИЕ
$V_C$	Напряжение управления
$C_T$	Конденсатор, задающий время запуска
S/S	Пуск/останов
COM	Общий вывод выходного каскада
OUT <sub>A</sub>	Выход фазы А
OUT <sub>B</sub>	Выход фазы В
OUT <sub>C</sub>	Выход фазы С

**Рис. 17. Устройство бездатчиковой схемы управления**



ICM14L\_17E

Рис. 18. Петля ФАП микросхемы ML4420 фирмы Micro Linear.  
На рисунке обозначено: RST – RESET, EN – ENABLE/A



В качестве примера бездатчиковой схемы управления рассмотрим микросхему ML4420 фирмы Micro Linear, которая является контроллером 3-фазного двигателя жесткого диска. Особенностью этой микросхемы является микропроцессорное управление, что позволило упростив состав микросхемы, добиться минимального времени раскрутки и простым способом реализовать широтно-импульсное управление. Петля ФАП этой микросхемы приведена на **Рис 18**. В этой микросхеме возвратная ЭДС не выделяется в явном виде: требуемое для работы ФАП детектирование фазы производится путем перемены знака (манипуляции) напряжений на обмотках относительно искусственной нейтрали. Для этого разность напряжений с выходов имитатора нейтрали и мультиплексора умножается на + или - 1, а полученный результат преобразуется в ток. Этот ток ( $I_{RC}$ ) далее подается на фильтр нижних частот для усреднения, напряжение с фильтра подается на вход ГУН. Вывод TACH служит для измерения скорости вращения двигателя. Вывод VCO/CMCLK при запуске служит для подачи в микросхему импульсов с частотой раскрутки, до и после запуска — для измерения частоты ГУН.

Запуск двигателя производится следующим образом. Вначале подаются команды сброса и разрыва петли ОС: RESET = 1, -ENABLE/A = 1. В этом состоянии ENABLE/A = 0 и RESET + ENABLE/A = 0, поэтому закрыты вентили И но открыт вентиль ИЛИ, пропускающий им-

пульсы с выхода ГУН на вывод VCO/CMCLK. Напряжение на ФНЧ невелико (около 1 В), частота ГУН измеряется микропроцессором и запоминается им.

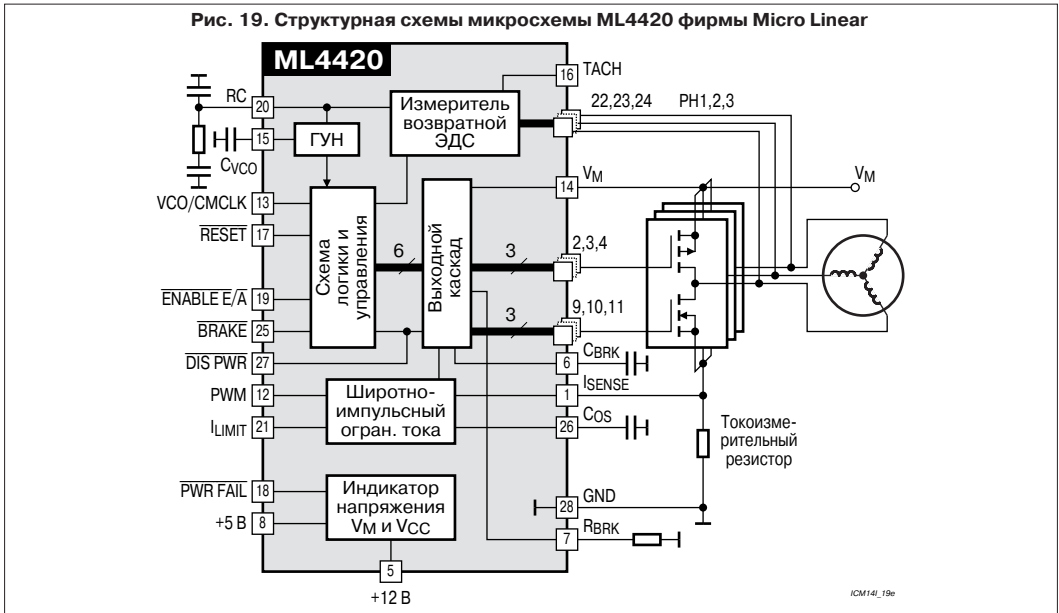
После измерения частоты ГУН снимается команда сброса (RESET=0). Теперь открыт левый (по схеме) вентиль И, пропускающий импульсы с вывода VCO/CMCLK на схему управления мультиплексором, но закрыт вентиль ИЛИ, пропускающий импульсы с выхода ГУН на вывод VCO/CMCLK. В этом состоянии на вывод VCO/CMCLK от микропроцессора подаются импульсы, подменяющие импульсы ГУН. Их частота плавно увеличивается, таким образом производится раскрутка двигателя.

После того, как частота подводимых импульсов станет равной запомненной микропроцессором частоте ГУН, подается команда замыкания петли обратной связи (ENABLE/A = 0). Теперь открыт правый (по схеме) вентиль И, пропускающий импульсы от ГУН на схему управления мультиплексором и открыт вентиль ИЛИ, пропускающий импульсы с выхода ГУН на вывод VCO/CMCLK. В этом состоянии происходит захват частоты ГУН и двигатель становится управляемым. Управление скоростью двигателя производится по току, напряжение управления подается от микропроцессора в виде широтно-модулированных импульсов.

Устройство микросхемы ML4420 приведено на **Рис. 19**, назначение выводов приведено в таблице.

# ВВЕДЕНИЕ

Рис. 19. Структурная схемы микросхемы ML4420 фирмы Micro Linear



22

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ РЕМОНТА

Назначение выводов схемы на Рис. 19

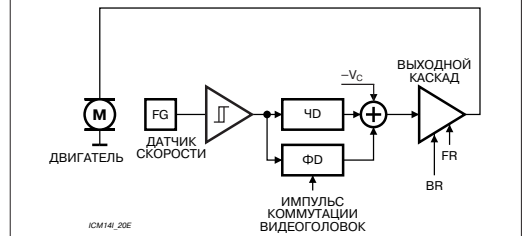
№	СИМВОЛ	НАЗНАЧЕНИЕ
1	$I_{SENSE}$	Вход ограничителя тока
2	P1	Выход фазы1 на затвор р-канального транзистора
3	P2	Выход фазы2 на затвор р-канального транзистора
4	P3	Выход фазы3 на затвор р-канального транзистора
5	+12 В	Вход индикатора напряжения с порогом 12 В
6	$C_{BRK}$	Накопительный конденсатор п-канальных транзисторов
7	$R_{BRK}$	Резистор для п-канальных транзисторов в режиме торможения
8	$V_{CC}$	Напряжение питания схемы управления
9	N1	Выход фазы 1 на затвор п-канального транзистора
10	N2	Выход фазы 2 на затвор п-канального транзистора
11	N3	Выход фазы 3 на затвор п-канального транзистора
12	PWM	ТТЛ вход напряжения ШИМ
13	VCO/CMCLK	Выход ГУН/ вход синхронизации при запуске двигателя.
14	$V_M$	Напряжение питания выходного каскада
15	$C_{VCO}$	Частотозадающий конденсатор ГУН
16	TACH	Выход компаратора датчика скорости
17	RESET	Сброс + выключение ГУН
18	-PWR FALL	Отсутствие напряжений питания $V_{CC} = 5 В$ или $V_M = 12 В$
19	-ENABLE E/A	Включение усилителя ошибки и замыкание петли ОС по возвратной ЭДС
20	RC	Фильтр петли ФАП
21	$I_{LIMIT}$	Порог ограничителя тока
22	PH1	Вход измерителя возвратной ЭДС фазы1
23	PH2	Вход измерителя возвратной ЭДС фазы2
24	PH3	Вход измерителя возвратной ЭДС фазы3
25	-BRAKE	Тормоз
26	$C_{OS}$	Конденсатор, задающий время нечувствительности ограничителя тока
27	-DIS PWR	Выключение выходного каскада, управление выводом 16
28	GND	Общий

## УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЕМ ВЕДУЩЕГО ВАЛА ВИДЕОМАГНИТОФОНА

В настоящее время узел ведущего вала построен в основном по системе прямого привода, (direct drive, DD) при которой ведущий вал является валом двигателя. Чтобы снизить неравномерность вращения двигателя, двигатель делается многофазным, а на обмотки подаются синусоидальные напряжения. В подавляющем большинстве в узле ведущего вала применяются трехфазные двигатели с датчиками Холла.

Стабилизация скорости вращения ведущего вала производится по импульсу переключения головок с точностью до фазы. Импульс переключения головок представляет собой симметричный импульс кадровой частоты, однозначно привязанный к полям кадра. При записи используется импульс, подаваемый на управляющую головку, при воспроизведении — считываемый с неё. Структурная схема управления двигателем ведущего вала приведена на Рис. 20. Датчик скорости FG (fre-

Рис. 20. Структурная схема управления двигателем ведущего вала видеомагнитофона. FR, BR — команды направления вращения и торможения соответственно.  $V_C$  — напряжение управления



frequency generator) представляет собой (упрощенно) укрепленный на роторе двигателя зубчатый диск и датчик Холла, расположенный на статоре. Частота импульсов напряжения на выходе датчика Холла прямо пропорциональна скорости вращения ротора. Сигнал от датчика скорости усиливается, ограничивается и подается на частотный (ЧД) и фазовый (ФД) детекторы. Выходные сигналы детекторов суммируются и поступают на выходной каскад. К нему же подводятся команды тормоза и направления вращения. Напряжение выходного каскада подается на двигатель.

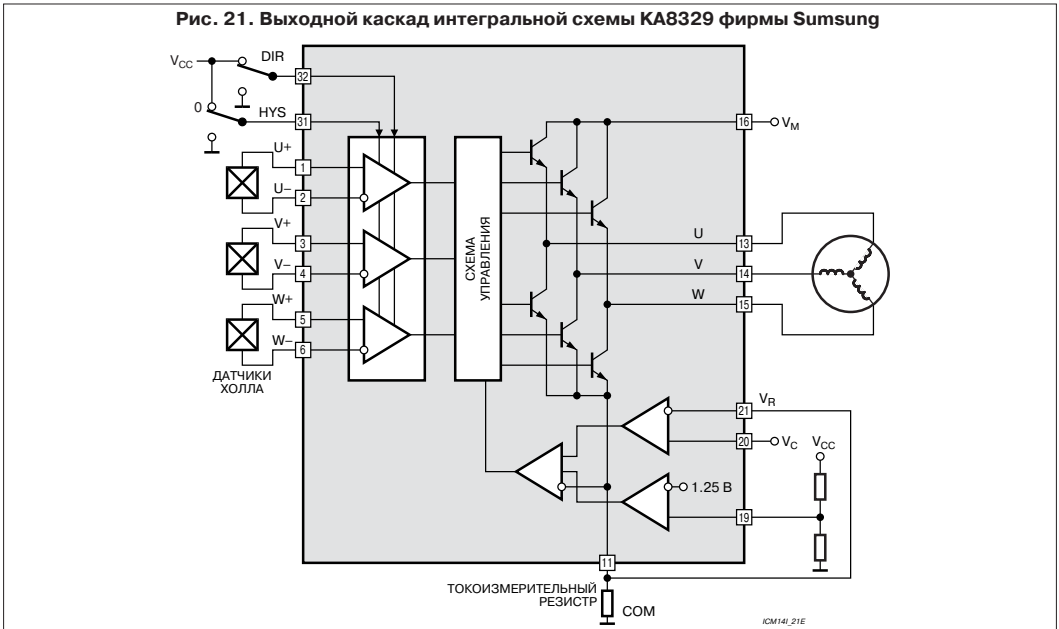
В состав интегральных схем управления двигателем входят только отдельные узлы структурной схемы, представленной на **Рис. 20**. Наиболее часто в состав одной схемы включают выходной каскад и усилитель датчика скорости, так как они непосредственно связаны с двигателем. Структурная схема типового выходного каскада 3-х фазного двигателя приведена на **Рис. 21**. Коммутация обмоток производится по сигналам от датчиков Холла. Направление вращения изменяется командой DIR. По этой команде меняются местами выходы двух триггеров, подающих сигналы на блок логики. (Так как фаз всего три, эта замена приводит к тому, что импульсы на входе блока логики соответствуют вращению в противоположную сторону.) Со входа HYS производится установка гистерезиса по трем уровням: земля, холостой ход, напряжение питания. Регулировка скорости производится путем ограничения тока в обмотках со входа  $V_C$  изменением напряжения на базах верхних транзисторов. С вывода  $I_L$  с крутизной 0.7 A/B устанавливается максимальный ток выходного каскада  $I_{MAX}$ . Крутизна ограничения тока с вывода  $V_C$  — 1 A/B; действие напряжения  $V_C$  происходит при условии  $V_C > V_R$ .  $V_R$  — напряжение на выводе  $V_R$ . Назначение выводов приведено в таблице

Назначение выводов схемы, приведенной на **Рис. 21**

СИМВОЛ	НАЗНАЧЕНИЕ
DIR	Направление вращения
HYS	Величина гистерезиса
U+	Неинвертирующий вход фазы U
U-	Инвертирующий вход фазы U
V+	Неинвертирующий вход фазы V
V-	Инвертирующий вход фазы V
W+	Неинвертирующий вход фазы W
W-	Инвертирующий вход фазы W
COM	Общий вывод выходного каскада
$I_L$	Вход ограничения тока
$V_C$	Напряжение управления
$V_R$	Опорное напряжение входа управления
W	Выход фазы W
V	Выход фазы V
U	Выход фазы U
$V_M$	Напряжение питания выходного каскада

Напряжение датчика скорости на элемента Холла имеет размах не менее 30 мВ, частота при стандартной скорости 29.39 мм/сек - порядка 500 Гц. В качестве двигателя ведущего вала видеомагнитофона может применяться двигатель постоянного тока. Его схема управления приведена на **Рис. 4**; она описана в разделе "Управление двигателями постоянного тока".

**Рис. 21. Выходной каскад интегральной схемы KA8329 фирмы Samsung**

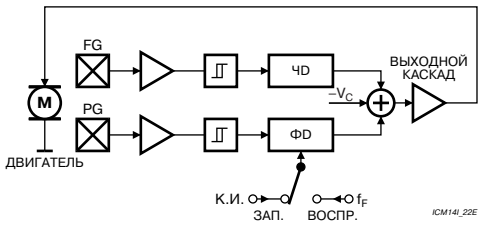


# ВВЕДЕНИЕ

## УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЕМ БЛОКА ВРАЩАЮЩИХСЯ ГОЛОВОК ВИДЕОМАГНИТОФОНА

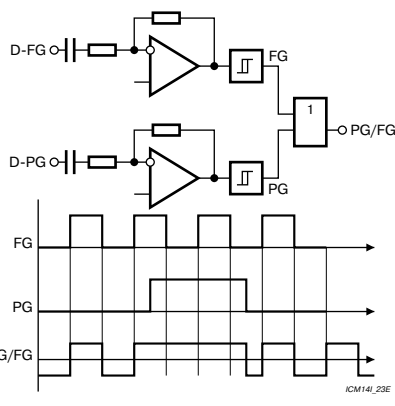
В стандарте VHS скорость движения ленты при стандартной длительности воспроизведения должна быть такой, чтобы за один оборот блока вращающихся головок записывался или воспроизводился один кадр. Для этого скорость блока вращающихся головок стабилизируется с точностью до фазы. В режиме воспроизведения для синхронизации используется сигнал опорного генератора, поделенного до гармоники кадровой частоты  $F_{\text{КАДР}}$ . В режиме записи синхронизация производится от кадрового синхроимпульса. Структурная схема управления двигателем блока вращающихся головок приведена на **Рис. 22**. Управление производится по частоте и по фазе. Управление по частоте производится по сигналу от датчика частоты FG, по фазе - от датчика положения PG. Сигналы от датчиков усиливается, ограничиваются и подаются на частотный (ЧД) и фазовый (ФД) детекторы соответственно. Выходные сигналы детекторов суммируются и подаются на выходной каскад. Напряжение выходного каскада подается на двигатель.

**Рис. 22. Структурная схема управления двигателем блока вращающихся головок видеомангитофона. КИ — кадровый синхроимпульс  $V_C$  — напряжение управления**



Конструкция двигателей и схем управления двигателем блока вращающихся головок практически такие же, как и ведущего вала. Из структурной схемы **Рис. 22** в состав интегральных схем управления двигателем обычно

**Рис. 23. Формирование сигнала FG/PG**



входят выходной каскад и усилители датчиков FG и PG. В некоторых микросхемах установлен формирователь сигнала PG/FG, структурная схема которого представлена на **Рис. 23**. Для работы с таким сигналом рассчитаны некоторые процессоры управления. Структурная схема типового выходного каскада такая же, как для двигателя ведущего вала.

## СЛОВАРЬ

**Вход фазы (A, B, C, ...)** — вывод, предназначенный для подключения к определенному каналу устройства, в нашем случае — микросхемы.

**Выход (+, -, инвертирующий ...)** — вывод выходного каскада, предназначенный для подключения к двигателю. Подключение производится либо непосредственно, либо через усилитель. Знаками (+, - или словами инвертирующий, неинвертирующий) указывается полярность подключения обмоток.

**Выход фазы (A, B, C, ...)** — вывод выходного каскада, предназначенный для подключения к заданной обмотке двигателя, обозначенной A, B, C, ... Подключение производится либо непосредственно, либо через усилитель.

**Датчик положения (PG)** — устройство, появление импульса на выходе которого вызвано заданным углом поворота ротора относительно статора.

**Датчик скорости (FG)** — устройство, частота импульсов на выходе которого пропорциональна скорости вращения ротора.

**Драйвер** — каскад или устройство, согласующие схему управления с нагрузкой.

**Инвертор** — устройство, изменяющее уровень логического сигнала, полярность или знак фазы аналогового сигнала.

**Команда** — действие, изменяющее состояние. Команды обычно подаются напряжением определенного уровня. Уровни TTL: низкий —  $< 0.4 V$ , ВЫСОКИЙ —  $> 2.7 V$ . Уровни КМОП: низкий —  $< (1/3)V_p$ , ВЫСОКИЙ —  $> (2/3)V_p$ .  $V_p$  — напряжения питания. Для управления направлением вращения иногда используется трехуровневая логика: напряжение НИЗКОГО уровня — команда вращения назад, ВЫСОКОГО — вперед, середина между уровнями (или отсоединение входа управления) — останов.

**Контроллер** — схема или устройство, выполняющее заранее определенные действия, предназначенное для работы по командам.

**Схема Дарлингтона (Darlington)** — схема из двух транзисторов, выполняющая функцию повторителя напряжения.

**Стабилизатор** — схема или устройство, поддерживающее заданное значение параметра.

**Управление** — действие, изменяющее параметр. Управление скоростью обычно единственный аналоговый сигнал управления двигателем. Часто его объединяют с командой торможения. Наиболее распространены два варианта. В первом вход управления имеет порог, при напряжении ниже которого производится торможение, выше — управление скоростью. Второй вариант — тре-

хуровневое управление: диапазон изменения напряжения управления разбивается на две равные части. У половины напряжения управления располагается зона нечувствительности, в которой производится торможение. Величина скорости задается пропорционально отклонению от этой зоны.

**Частотная коррекция** — обычно изменение АЧХ с целью устойчивой работы при охвате глубокой обратной связью.

Минус перед цифровой величиной означает:

а) ее инверсию, б) — активный НИЗКИЙ уровень

## СПИСОК И ПЕРЕВОД СОКРАЩЕНИЙ

### ПЕРЕВОД АНГЛИЙСКИХ ВЫРАЖЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

**Actuator** — исполнительный механизм, привод  
**Ave** — average — средний  
**BEMF** — back electro motive force — возвратная электродвижущая сила  
**Brake** — тормоз  
**Brushless motor** — бесколлекторный двигатель  
**BLDC** — brushless direct current (motor)  
**Bootstrap** — вольт-добавка, вспомогательный конденсаторный повышающий источник напряжения  
**BTL** — balanced transformerless — балансный бестрансформаторный  
**Capstan** — тонвал магитофона, ведущий вал видеомагнитофона  
**CC** — current control — управление по току  
**CCW** — counterclockwise — против часовой стрелки  
**CDP** — compact disk player — проигрыватель компакт-дисков  
**CEF** — counter electromotive force — противо ЭДС  
**Choke** — дроссель  
**Chopper** — прерыватель  
**Circuitry** — схемы, схемотехника  
**Controller** — контроллер  
**Current sink** — втекающий ток  
**CW** — clockwise — по часовой стрелки  
**Dash**  
**current** — прерывистый ток  
**DD** — direct drive — прямой привод  
**Drum** — барабан, блок вращающихся головок  
**DVD** — Digital Versatile Disk — универсальный цифровой диск  
**Excitation** — возбуждение, волнение  
**EP** — = SLP  
**FDD** — floppy disk drive — дисковод гибкого диска  
**FG** — frequency generator — датчик частоты (частота импульсов пропорциональна скорости)

**FF** — fast forward — ускоренная перемотка вперед  
**F** — forward — вперед  
**F/R** — forward/reverse — вперед/назад  
**Frame ground** — вывод контура, заземление по контуру  
**Governor** — регулятор  
**Inhibit** — 1.запрет 2. задержка, тормоз  
**LP** — long play длительное воспроизведение (в BM) скорость ленты в 2 раза меньше, чем в режиме SP — 11.7 мм/сек (PAL, SECAM) и 16.67 мм/сек (NTSC)  
**Lock** — захват  
**LVDS** — low voltage short down — отключение по снижению питания  
**MMV** — maser multivibrator — задающий, опорный мультивибратор  
**MR** — magnetic resistor — магниторезистор  
**Motor** — двигатель  
**NC** — = n.c. — not connected — не присоединен, вывод не используется  
**NF** — negative feedback — отрицательная обратная связь  
**OA** — office automation (equipment) — конторское оборудование  
**OTA** — operational transconductance amplifier — операционный усилитель с открытым коллектором (или стоком)  
**OCp** — over current protection — защита от перегрузки по току  
**OVp** — over voltage protection — защита от перегрузки по напряжению  
**Peak** — пиковый  
**PG** — position generator датчик положения (импульс соответствует положению)  
**PWM** — pulse width modulation — широтно-импульсная модуляция, ШИМ  
**QS** — quadrature select — выбор квадратуры, обычно верхняя или нижняя пара транзисторов моста  
**RD** — rotation detector — детектор вращения  
**R** — reverse — обратно  
**Recovery** — восстановление, возврат  
**Retract** — втягивать (сердечник в соленоид)  
**RS** — resistor sense-резисторный датчик  
**Ripple** — пульсация, неравномерность, волнистость АЧХ, отклика  
**SH** — sample and hold — схема выборки-хранения  
**Slip** — уменьшение числа оборотов, буксование, скольжение  
**SLP** — super long play — режим с вдвое большей продолжительностью чем SP. В стандарте VHS NTSC скорость ленты — 11.1 мм/сек.  
**SP** — standard play — стандартная скорость ленты (в BM). В стандарте VHS — 29.39 мм/сек (PAL, SECAM) и 33.35 мм/сек (NTSC)

## ВВЕДЕНИЕ

<b>SPM</b>	= Stepper motor
<b>Stepper motor</b>	— шаговый двигатель
<b>SB</b>	— stand-by — дежурный режим с малым потреблением тока
<b>SW</b>	— switch — ключ, переключатель
<b>Saturation</b>	— насыщение
<b>SB</b>	— short brake — тормоз
<b>SD</b>	— saturation detector — детектор насыщения
<b>Transconductance amplifier</b>	— усилитель с открытым коллектором (или стоком)
<b>TSD</b>	— thermal shot down — защита от перегрева
<b>Torque</b>	— момент (вращения, трогания, магнитный)
<b>TD</b>	— torque detector — детектор момента
<b>UVL</b>	— under voltage lockout — блокировка по снижению напряжения
<b>Voice motor</b>	— двигатель головки дискового, перемещения катушки и так далее
<b>VM</b>	— voltage motor — питание выходного каскада (куда подключен двигатель)
<b>VS</b>	— voltage supply — напряжение питания
<b>VCO</b>	— voltage controlled oscillator — генератор, управляемый напряжением (ГУН)
<b>VCR</b>	— video cassette recorder — проигрыватель видеокассет
<b>VDP</b>	— video disk player — проигрыватель видеодисков
<b>Y</b>	— соединение обмоток звездой.

## ПОЯСНЕНИЯ РУССКИХ СОКРАЩЕНИЙ

<b>АПЧ, (АПФ)</b>	— автоматическая подстройка частоты (фазы)
<b>БВГ</b>	— блок вращающихся головок
<b>В</b> или <b>1</b>	— ВЫСОКИЙ уровень напряжения при подаче команды
<b>ВВ</b>	— ведущий вал
<b>ВМ</b>	— видеомагнитофон
<b>ГУН</b>	— генератор, управляемый напряжением
<b>КЗ</b>	— короткое замыкание
<b>КД</b>	— компакт-диск
<b>КПД</b>	— коэффициент полезного действия
<b>ЛПМ</b>	— лентопротяжный механизм
<b>Н</b> или <b>0</b>	— НИЗКИЙ уровень напряжения при подаче команды
<b>ОС</b>	— обратная связь, оптическая система
<b>ПКД</b>	— проигрыватель компакт-дисков
<b>ЧД</b>	— частотный детектор
<b>ЧФД</b>	— частотно-фазовый детектор
<b>ФД</b>	— фазовый детектор
<b>ШИМ</b>	— широтно-импульсный модулятор
<b>ХХ</b>	— холостой ход: полное размыкание цепи, отключение вывода

Номиналы элементов, приводимые на схемах, приводятся для примера. Точные величины зависят от характеристик двигателя.