

## OBSAH

1.	LINEÁRNÍ APLIKACE OPERAČNÍCH ZESILOVAČŮ .....	7
1.1	Úvod .....	7
1.1.1	Ideální operační zesilovač .....	7
1.2	Základní zapojení s OZ .....	10
1.2.1	Invertující zesilovač s OZ .....	10
1.2.2	Neinvertující zesilovač s OZ .....	12
1.2.3	Invertující integrátor .....	13
1.3	Řešené příklady .....	13
1.4	Neřešené příklady .....	15
1.5	Domácí příprava .....	16
1.6	Popis měřicího přípravku .....	16
1.7	Úkoly měření .....	17
1.7.1	Ověření vlastností několika aplikací s OZ .....	17
1.8	Literatura .....	19
2.	NELINEÁRNÍ APLIKACE OPERAČNÍCH ZESILOVAČŮ .....	20
2.1	Úvod .....	20
2.1.1	Napět'ový komparátor .....	20
2.1.2	Příklady zapojení nelineárních obvodů s OZ .....	23
2.1.3	Příklad zapojení klopného obvodu s OZ .....	25
2.1.4	Příklad zapojení generátoru tvarových kmitů .....	26
2.1.5	Příklad zapojení převodníku napětí/frekvence .....	27
2.2	Řešený příklad .....	28
2.3	Neřešené příklady .....	29
2.4	Domácí příprava .....	30
2.5	Popis měřicího přípravku .....	31
2.6	Úkoly měření .....	31
2.7	Literatura .....	32
3.	AKTIVNÍ FILTRY .....	33
3.1	Úvod .....	33
3.2	Druhy filtrů .....	35
3.2.1	Butterworthovy filtry .....	35
3.2.2	Besselovy filtry .....	38
3.2.3	Eliptické filtry .....	40
3.3	Příklad návrhu a realizace Butterworthova filtru .....	42
3.4	Návrh pásmových propustí pomocí filtrů polynomiálního typu .....	44
3.5	Návrh pásmových zádrží pomocí filtrů polynomiálního typu .....	45
3.6	Řešené příklady .....	45
3.6.1	Butterworthův filtr typu horní propust 3. řádu .....	45
3.6.2	Butterworthův filtr typu dolní propust 4. řádu .....	47
3.6.3	Besselův filtr 4. řádu .....	48
3.7	Filtry se spínanými kapacitami .....	52
3.7.1	Úvod .....	52
3.7.2	Princip filtru se spínaným kapacitorem .....	52
3.7.3	Aliasing .....	53
3.8	Popis měřicího přípravku .....	53
3.9	Domácí příprava .....	55
3.10	Úkoly měření .....	56
3.11	Literatura .....	61

4.	VÝKONOVÉ ZESILOVAČE S MODULACÍ PWM.....	62
4.1	Úvod.....	62
4.2	PW modulace.....	62
4.2.1	PW modulátor.....	62
4.2.2	Dvoukvadrantové řízení.....	64
4.2.3	Čtyřkvadrantové řízení.....	64
4.2.4	Obecné čtyřkvadrantové řízení.....	66
4.3	Popis zapojení měřicího přípravku.....	67
4.3.1	Výkonová část servozesilovače.....	69
4.3.2	Popis řízeného můstku L 6203.....	71
4.4	Domácí příprava.....	72
4.5	Úkoly měření.....	72
4.6	Pokyny pro měření.....	73
4.7	Literatura.....	73
5.	SPÍNACÍ PRVKY PRO VÝKONOVOU ELEKTRONIKU.....	74
5.1	Úvod.....	74
5.2	Součástky s bipolární technologií.....	74
5.2.1	Tyristor - (SCR – silicon controlled rectifier).....	74
5.2.2	Triak.....	75
5.2.3	GTO (gate turn off) tyristor.....	75
5.2.4	BJT (bipolar junction tranzistor).....	76
5.3	Spínací prvky s unipolární technologií.....	77
5.3.1	Výkonové MOSFETy (metal oxid semiconductor field efect transistor).....	77
5.3.2	Ochranné obvody při spínání indukční zátěže.....	80
5.3.3	Tranzistory IGBT (insulated gate bipolar tranzistor).....	81
5.4	SSR (solid state relay).....	83
5.4.1	SSR s okamžitým spínáním (Instant on switch IO).....	84
5.4.2	SSR se spínáním v nule (Zero switching – ZC).....	84
5.4.3	SSR se spínáním v závislosti na analogovém signálu (Analog Switching –AS).....	85
5.4.4	SSR se spínáním ve špičce (Peak switch – PS).....	85
5.4.5	SSR pro stejnosměrné spínání (DC – S).....	86
5.5	Úkoly měření.....	86
5.6	Literatura.....	88
6.	IMPULZNÍ NAPÁJECÍ ZDROJE.....	89
6.1	Úvod.....	89
6.2	Obecný princip funkce bezeztrátového měniče DC-DC.....	89
6.2.1	Základní zapojení DC-DC měničů.....	90
6.3	Pracovní módy.....	94
6.4	Popisy obvodů pro řízené spínače.....	95
6.4.1	Popis obvodů typu LM2574.....	95
6.4.1.1	Popis funkce obvodů typu LM2574.....	95
6.4.1.2	Popis funkce jednotlivých vývodů obvodů typu LM2574.....	95
6.4.1.3	Parametry obvodů typu LM2574.....	95
6.4.1.4	Vnitřní blokové schéma obvodů typu LM2574.....	96
6.4.2	Popis obvodu UC3843.....	96
6.4.2.1	Určení UC3843:.....	96
6.4.2.2	Popis funkce, parametry UC3843:.....	96
6.4.2.3	Popis funkce jednotlivých vývodů UC3843.....	97
6.4.2.4	Vnitřní blokové schéma UC3843.....	97

6.5	Řešený příklad.....	98
6.6	Neřešené příklady.....	99
6.7	Domácí příprava.....	100
6.8	Popis měřicích přípravků .....	101
6.8.1	DC-DC měnič s obvodem LM2574N-12 .....	101
6.8.2	DC-DC měnič s obvodem LM2574N-ADJ.....	102
6.8.3	DC-DC měnič s obvodem UC3843.....	103
6.9	Úkoly měření .....	104
6.9.1	Měření na přípravku s obvodem LM2574N-12.....	104
6.9.2	Měření na přípravku s obvodem LM2574N-ADJ .....	105
6.9.3	Měření na přípravku s obvodem UC3843 .....	105
6.10	Literatura .....	105
7.	ZÁKLADY IMPULZNÍ TECHNIKY.....	106
7.1	Úvod.....	106
7.2	Základní parametry impulzů.....	106
7.3	Lineární tvarování .....	110
7.3.1	Integrační obvody.....	110
7.3.2	Derivační obvody .....	111
7.4	Řešené příklady .....	112
7.5	Neřešené příklady.....	113
7.6	Domácí příprava.....	114
	Pokyny pro měření.....	114
7.7	Úkoly měření .....	114
7.8	Literatura .....	115
8.	TVAROVÁNÍ LOGICKÝCH SIGNÁLŮ.....	116
8.1	Úvod.....	116
8.2	Převodníky úrovní .....	116
8.3	Zpožd'ovací obvody.....	117
8.4	Derivátory.....	118
8.5	Monostabilní klopné obvody.....	118
8.5.1	MKO s kombinačními obvody.....	118
8.5.2	MKO se speciálními obvody.....	120
8.5.2.1	Obvod 74x121 .....	120
8.5.2.2	Obvod 74x123 .....	121
8.5.2.3	Obvod 555 .....	122
8.6	Časovače.....	122
8.7	Řešené příklady .....	123
8.8	Neřešené příklady.....	124
8.9	Domácí příprava.....	125
8.10	Úkoly měření .....	125
8.11	Literatura .....	126
9.	ZÁKLADNÍ SEKVENČNÍ OBVODY.....	127
9.1	Úvod.....	127
9.2	Bistabilní klopné obvody.....	127
9.2.1	Klopný obvod typu R-S.....	127
9.2.2	Klopný obvod typu R-S-T .....	129
9.2.3	Klopný obvod typu D .....	130
9.2.4	Klopný obvod typu J-K .....	133
9.3	Čítače.....	136
9.3.1	Asynchronní čítače .....	136

9.3.1.1	Příklad realizace asynchronního 3bitového binárního čítače .....	136
9.3.1.2	Příklad realizace asynchronního 3bitového zpětného čítače .....	137
9.3.2	Asynchronní čítače 74x90 a 74x93 .....	138
9.3.2.1	Obvod 74x93 - asynchronní binární čítač vpřed.....	139
9.3.2.2	Obvod 74x90 - asynchronní dekadický čítač vpřed.....	139
9.3.3	Synchronní čítače 74x192 a 74x193 .....	141
9.3.3.1	Obvod 74x193 - synchronní binární vratný čítač .....	141
9.3.3.2	Obvod 74x192 - synchronní dekadický vratný čítač .....	142
9.4	Řešené příklady .....	142
9.5	Neřešené příklady .....	143
9.6	Popis měřicího pracoviště .....	144
9.7	Popis a ovládání měřicího přípravku pro identifikaci BKO.....	144
9.8	Domácí příprava.....	145
9.9	Úkoly měření .....	146
9.10	Jednoduchý popis obvodů použitých v přípravku .....	147
9.11	Literatura .....	148
10.	PAMĚŤOVÉ OBVODY .....	149
10.1	Úvod.....	149
10.2	Paměti.....	149
10.3	Typy pamětí.....	149
10.3.1	Podle způsobu zápisu .....	149
10.3.2	Podle přístupu k informaci .....	150
10.4	Zapojení statických pamětí RWM.....	151
10.5	Sběrnice.....	152
10.6	Popis 8 kB statické paměti RAM CY6264.....	153
10.6.1	Základní vlastnosti.....	153
10.6.2	Funkční popis .....	153
10.6.3	Statické parametry .....	157
10.6.4	Dynamické parametry.....	157
10.7	Domácí příprava.....	158
10.8	Úkoly měření .....	158
10.9	Pokyny k měření.....	159
10.10	Rozmístění vývodů a jednoduchý popis obvodu 74244.....	160
10.11	Popis přípravku – tónový generátor .....	161
10.12	Literatura .....	161
11.	PERIFERNÍ OBVODY A ROZHRANÍ V MIKROPROCESOROVÝCH SYSTÉMECH.....	162
11.1	Úvod.....	162
11.2	Mikrokontrolér ATmega 128.....	162
11.2.1	Základní technické parametry.....	162
11.3	Sběrnice I <sup>2</sup> C.....	163
11.3.1	Princip přenosu .....	163
11.3.2	8 bitový I/O expandér s rozhraním I <sup>2</sup> C PCF8574.....	164
11.3.3	Sériová paměť EEPROM .....	166
11.4	Rozhraní SPI .....	168
11.4.1	Grafický displej z NOKIA 3310 s rozhraním SPI .....	168
11.5	UART a sériové rozhraní RS232 .....	169
11.6	Snímání maticové klávesnice .....	170
11.7	Připojování externí paměti k mikrokontroléru .....	171
11.8	Připojování inteligentního znakového LCD displeje .....	171

11.9	Hlídací obvod napájecího napětí .....	172
11.10	Popis přípravku .....	172
11.10.1	Processorová jednotka.....	173
11.10.2	Modul maticové klávesnice 4x4.....	175
11.10.3	Modul znakového LCD displeje 2x16 znaků .....	175
11.10.4	Modul grafického displeje z Nokia 3310 .....	176
11.10.5	Modul rozhraní RS232 .....	177
11.10.6	Modul sériové paměti EEPROM.....	177
11.10.7	Modul paměti RAM .....	178
11.10.8	Modul záchytného registru LATCH.....	178
11.10.9	Modul I <sup>2</sup> C expandéru .....	179
11.10.10	Napájecí modul.....	179
11.11	Základy práce s digitálním osciloskopem v paměťovém režimu .....	179
11.12	Domácí příprava.....	180
11.13	Úkoly měření.....	180
11.14	Literatura .....	181
12.	ZÁKLADNÍ INFORMACE O PARAMETRECH VYBRANÝCH ŘAD LOGICKÝCH OBVODŮ.....	182
12.1	Úvod.....	182
12.2	Příklady vnitřního zapojení základních obvodů.....	183
12.2.1	Obvody technologie TTL .....	183
12.2.1.1	Invertor .....	183
12.2.1.2	Obvody NAND a NOR.....	183
12.2.1.3	Řady obvodů bipolární technologie TTL .....	183
12.2.2	Obvody technologie CMOS .....	184
12.2.2.1	Invertor .....	184
12.2.2.2	Obvody NAND a NOR.....	184
12.2.2.3	Řady obvodů unipolární technologie CMOS .....	185
12.2.3	Varianty výstupních obvodů.....	185
12.3	Parametry obvodů.....	186
12.3.1	Statické parametry .....	186
12.3.1.1	Napájení.....	186
12.3.1.2	Vstupní a výstupní proudy a napětí, převodní charakteristiky .....	187
12.3.1.3	Logický zisk a vzájemné propojení hradel .....	188
12.3.2	Dynamické parametry.....	188
12.3.3	Vzájemná srovnání základních parametrů vybraných řad.....	189
12.4	Literatura .....	190
13.	POPIS MODULOVÉHO VÝUKOVÉHO SYSTÉMU RC 2000 .....	191
13.1	Volič logických stavů (LOG SELECTOR).....	191
13.2	Statická logická sonda (LOG PROBE) .....	192
13.3	Časová základna (TIME BASE) .....	193
13.4	Operační zesilovač – verze 1 (OPERATIONAL AMPLIFIER) .....	195
13.5	Operační zesilovač – verze 2 (OPERATIONAL AMPLIFIER) .....	196
13.6	Sério / paralelní obvod (SERIES / PARALLEL CIRCUIT) .....	197
13.7	Modul prvků (COMPONENT BOARD) .....	198
13.8	Moduly číslicových IO .....	199
13.9	PC měřicí jednotka (ANALOG & DIGITAL DATA UNIT) .....	201
13.10	Generátor funkcí (FUNCTION GENERATOR).....	202