

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
ФИЗТЕХ-ШКОЛА РАДИОТЕХНИКИ И КИБЕРНЕТИКИ

ПРОЕКТНАЯ РАБОТА ПО КУРСУ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

Импульсный преобразователь напряжения VRM - Модуль

Авторы проекта:

Гонзюх Михаил Евгеньевич, группа Б01-908

Павлова Ирина Денисовна, группа Б01-003

Щербаков Алексей Андреевич, группа Б01-908

Долгопрудный, 2021

1. Введение

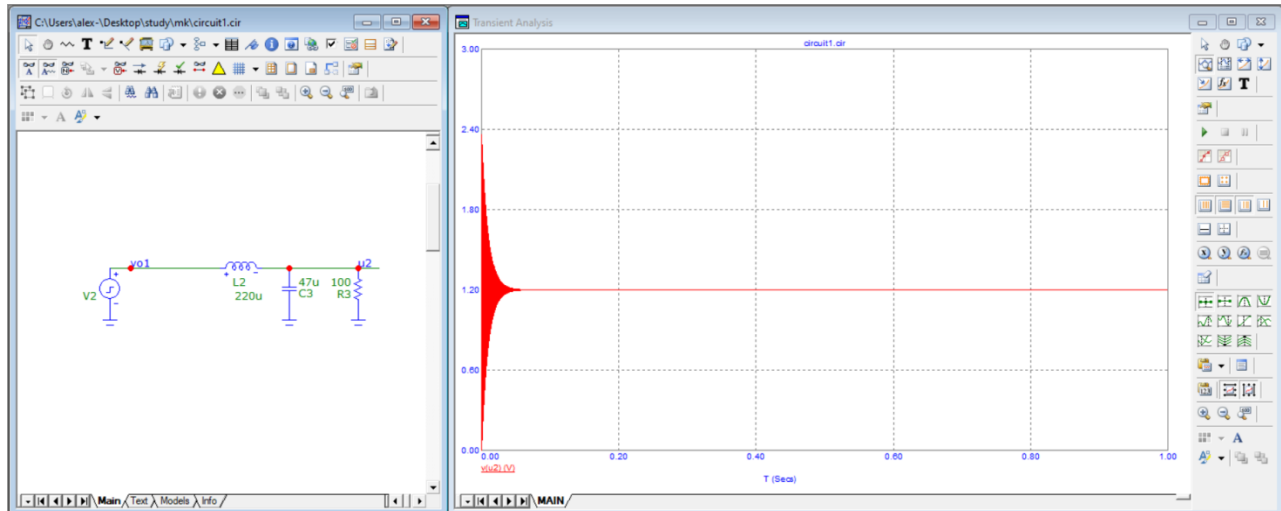
В наше время бóльшая часть микроэлектроники, будь то компьютерные или мобильные процессоры, или иные интегральные микросхемы, потребляет достаточно низкое напряжение, не превышающие нескольких вольт. Однако доставлять такое напряжение до потребителя крайне невыгодно из-за больших потерь. Электричество обычно поставляют больших напряжений порядка десятков киловольт, а после понижают в трансформаторах. Данная схема имеет один существенный недостаток, трансформатор работает только для переменного тока. Если же мы будем рассматривать какую-нибудь компьютерную плату, то на неё с блока питания подаётся постоянное напряжение, которое требуется понизить в несколько раз. Тогда можно применить делитель напряжения на резисторах. Но как мы знаем, КПД такого делителя достаточно низкий, что ещё и сопровождается нежелательным тепловыделением. Во избежание указанных проблем применяется импульсный преобразователь напряжения, или VRM-Модуль.

2. Принцип работы

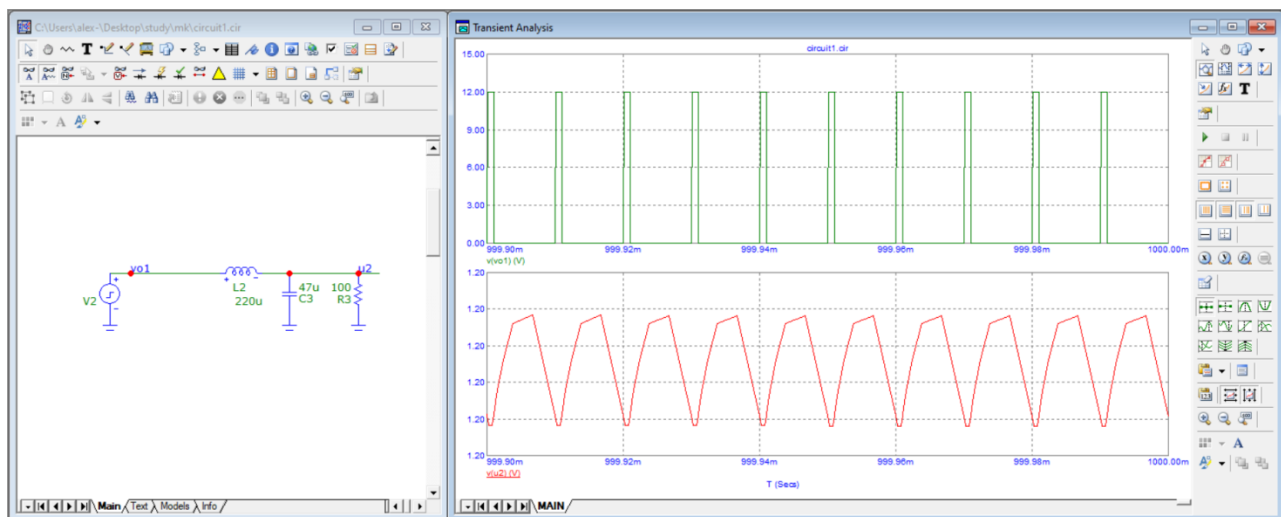
Предположим, что микроконтроллер способен выдавать постоянное напряжение 5В. А нам нужно получить на выходе напряжение 1В. Тогда логика подсказывает нам, что мы можем заставить микроконтроллер выдавать 5В в течение 1 секунды раз в 5 секунд. Тогда в среднем у нас будет $(5 \cdot 1 + 4 \cdot 0) / 5 = 1\text{В}$. Естественно это не будет постоянным напряжением, но тут нам приходит на помощь LC фильтр нижних частот, который позволит с какой-то точностью выпрямить наш прямоугольный сигнал в постоянный. Такой элемент называется VRM-Модулем с одной цепью и одной фазой питания. Для лучшей схожести с постоянным сигналом, на выходе можно смешивать несколько сигналов с разной фазой, а для увеличения КПД использовать несколько цепей питания.

3. Схемотехническая реализация

Зависимость напряжения от времени на выходе VRM-Модуля с одной цепью на времени порядка 1 секунды. DC-DC 12B-1.2B.



Если приблизить график напряжения, то становятся видны неровности сигнала.

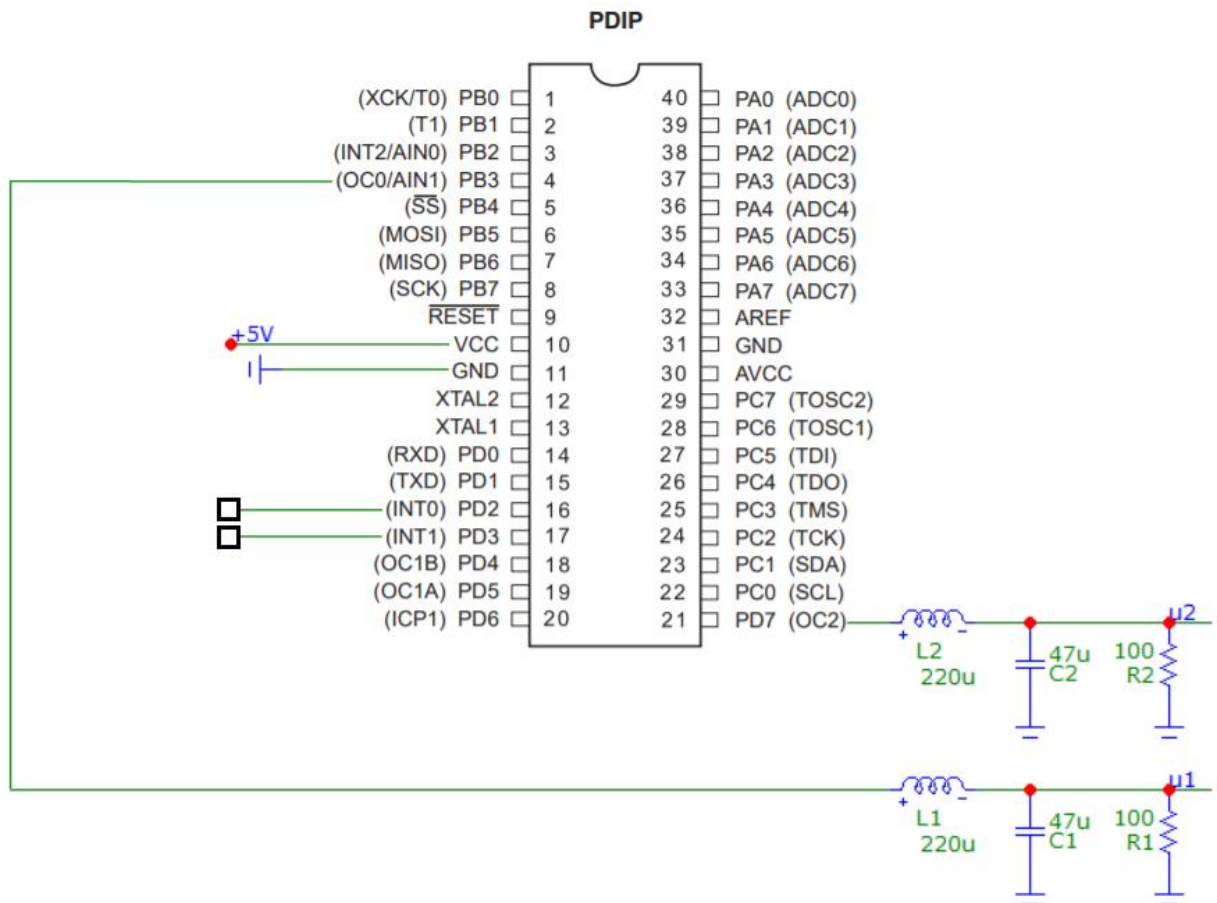


Для исправления этих неровностей можно использовать многофазные VRM-Модули.

4. Программная реализация

1 .DEVICE atmega32	48 .ORG \$18
2 .EQU DDRB = \$17	49 RETI ;13
3 .EQU PORTC = \$15	50 .ORG \$1A
4 .EQU DDRC = \$14	51 RETI ;14
5 .EQU PINC = \$13	52 .ORG \$1C
6 .EQU PORTD = \$12	53 RETI ;15
7 .EQU DDRD = \$11	54 .ORG \$1E
8 .EQU SREG = \$3F ;Status Register	55 RETI ;16
9 .EQU ADCSRA = \$06 ;ADC Control Register	56 .ORG \$20
10 .EQU OCR2 = \$23 ;Timer2 Output Compare Register	57 RETI ;17
11 .EQU TCNT2 = \$24 ;Timer2 Counter	58 .ORG \$22
12 .EQU TCCR2 = \$25 ;Timer2 Control Register	59 RETI ;18
13 .EQU TCNT0 = \$32 ;Timer0 Counter	60 .ORG \$24
14 .EQU TCCR0 = \$33 ;Timer0 Control Register	61 RETI ;19
15 .EQU TIFR = \$38 ;Timer Interrupt Flag Register	62 .ORG \$26
16 .EQU TIMSK = \$39 ;Timer Interrupt Mask Register	63 RETI ;20
17 .EQU GIFR = \$3A ;General Interrupt Flag Register	64 .ORG \$28
18 .EQU GICR = \$3B ;General Interrupt Control Register	65 rjmp main ;21
19 .EQU OCR0 = \$3C ;Timer0 Output Compare Register	66 main:
20 .EQU MCUCR = \$35 ;MCU Control Register	67 rjmp main ;infinite loop
21 .EQU SPL = \$3D ;Stack Low Part	68
22 .EQU SPH = \$3E ;Stack High Part	69 EXT_INT0: ;Uout = Uin/4
23 .CSEG	70 EOR r28, r30 ;r28[0]++ (INT0BIT++)
24 .ORG \$00	71 SBRS r28, 0
25 rjmp RESET ;1	72 rjmp phase42 ;if r28[0] (INT0BIT) == 0 then phase42
26 .ORG \$02	73 phase4: ;Uout = Uin/4 by 1 phase
27 rjmp EXT_INT0 ;2	74 CLR r16
28 .ORG \$04	75 OUT TCNT0, r16 ;TCNT0 = 0
29 rjmp EXT_INT1 ;3	76 OUT TCNT2, r16 ;TCNT2 = 0
30 .ORG \$06	77 OUT TCCR2, r16 ;TCCR2 = 0
31 RETI ;4	78 OUT TIFR, r16 ;TIFR = 0
32 .ORG \$08	79 LDI r16, \$C0
33 RETI ;5	80 OUT OCR0, r16 ;OCR0 = 192
34 .ORG \$A	81 LDI r16, \$79
35 RETI ;6	82 OUT TCCR0, r16 ;TCCR0 = 01111001
36 .ORG \$C	83 RETI
37 RETI ;7	84
38 .ORG \$E	85 phase42: ;Uout = Uin/4 by 2 phases
39 RETI ;8	86 CLR r16
40 .ORG \$10	87 OUT TCCR0, r16 ;TCCR0 = 0
41 RETI ;9	88 OUT TCCR2, r16 ;TCCR2 = 0
42 .ORG \$12	89 OUT TCNT0, r16 ;TCNT0 = 0
43 RETI ;10	90 OUT TIFR, r16 ;TIFR = 0
44 .ORG \$14	91 LDI r16, \$80
45 RETI ;11	92 OUT TCNT2, r16 ;TCNT2 = \$FF/2
46 .ORG \$16	93 LDI r16, \$E0

94	OUT OCR0, r16 ;OCR0 = 224	122	OUT TIFR, r16 ;TIFR = 0
95	OUT OCR2, r16 ;OCR2 = 224	123	LDI r16, \$80
96	LDI r16, \$79	124	OUT TCNT2, r16 ;TCNT2 = 0xFF/2
97	OUT TCCR2, r16 ;TCCR2 = 01111001	125	LDI r16, \$F3
98	OUT TCCR0, r16 ;TCCR0 = 01111001	126	OUT OCR0, r16 ;OCR0 = 243
99	RETI	127	OUT OCR2, r16 ;OCR2 = 243
100		128	LDI r16, \$79
101	EXT_INT1: ;Uout = Uin/10	129	OUT TCCR0, r16 ;TCCR0 = 01111001
102	EOR r29, r30 ;r29[0]++ (INT1BIT++)	130	OUT TCCR2, r16 ;TCCR2 = 01111001
103	SBRs r29, 0	131	RETI
104	rjmp phase102 ;if r29[0] (INT1BIT) == 0 then phase102	132	
105	phase10: ;Uout = Uin/10 by 1 phase	133	
106	CLR r16	134	RESET:
107	OUT TCCR0, r16 ;TCCR0 = 0	135	LDI r30, \$01
108	OUT TCCR2, r16 ;TCCR2 = 0	136	SBI DDRB, 3 ;DDRB [3] = 1 Direction for OC0
109	OUT TCNT0, r16 ;TCNT0 = 0	137	SBI PORTD, 2 ;PORTD[2] = 1 Virtual resistor for INT0 button
110	OUT TIFR, r16 ;TIFR = 0	138	SBI PORTD, 3 ;PORTD[3] = 1 Virtual resistor for INT1 button
111	LDI r16, \$E6	139	SBI DDRD, 7 ;DDRD [7] = 1 Direction for OC2
112	OUT OCR0, r16 ;OCR0 = 230	140	LDI r16, \$E0
113	LDI r16, \$79	141	OUT GICR, r16 ;GICR = 11100000
114	OUT TCCR0, r16 ;TCCR0 = 01111001	142	LDI r16, \$02
115	RETI	143	OUT SPH, r16 ;Stack high byte initialized
116		144	LDI r16, \$5f
117	phase102: ;Uout = Uin/10 by 2 phases	145	OUT SPL, r16 ;Stack low byte initialized
118	CLR r16	146	CLR r16
119	OUT TCCR0, r16 ;TCCR0 = 0	147	OUT MCUCR, r16 ;MCUCR = 0
120	OUT TCCR2, r16 ;TCCR2 = 0	148	SEI ;Allow interrupts
121	OUT TCNT0, r16 ;TCNT0 = 0	149	rjmp main



5. Вывод

Полученный микроконтроллер способен работать в четырёх режимах и выдавать следующие результаты:

Mode	1	2	3	4
Output	720mv	360+360mv	360mv	180+180mv

Таким образом, данный прибор позволяет из постоянного напряжения +5В получать низкое напряжение разной степени гладкости и разного номинала, которое непосредственно можно использовать для микросхем, требующих небольшое напряжение, высокий КПД и низкое тепловыделение.

Однако при этом приходится жертвовать гладкостью сигнала.

Работу выполнили студенты ФРКТ:

Гонзюх Михаил Евгеньевич, группа Б01-908

Павлова Ирина Денисовна, группа Б01-003

Щербаков Алексей Андреевич, группа Б01-908