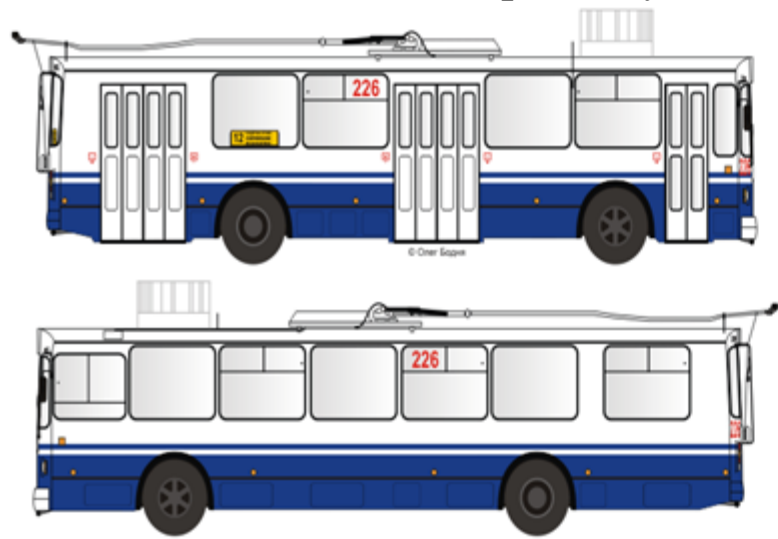


**Вінницький національний технічний університет
Кафедра відновлювальної енергетики та транспортних
електричних систем і комплексів**

**Модернізація системи керування електропривода
тролейбуса на базі мікроконтролера фірми Atmel**

**Керівник доц. к.т.н Грабко В.В.
Виконав: ст. гр.ЕТ-14сп. Сташко А.А.**

Зовнішній вигляд тролейбуса, схеми зусиль, та структурна схема ЕП тролейбуса



Зовнішній вигляд тролейбуса

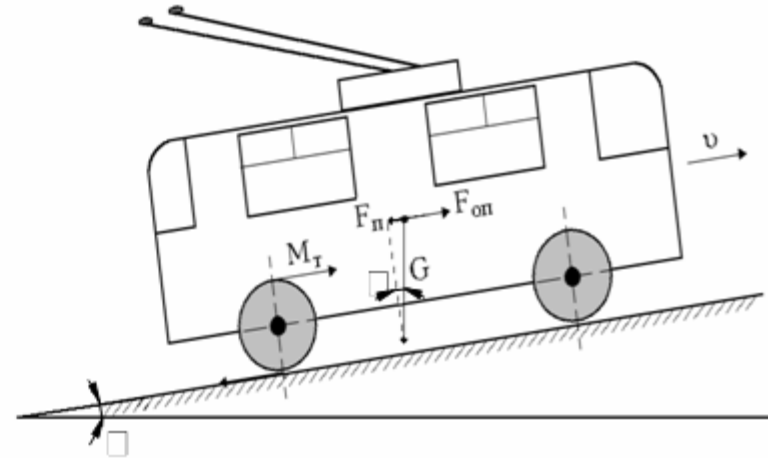
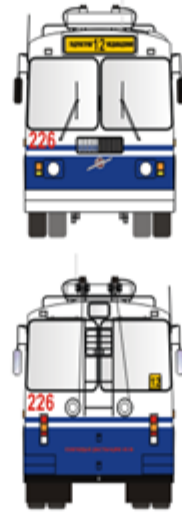


Схема зусиль які діють на тролейбус під час руху на підйом

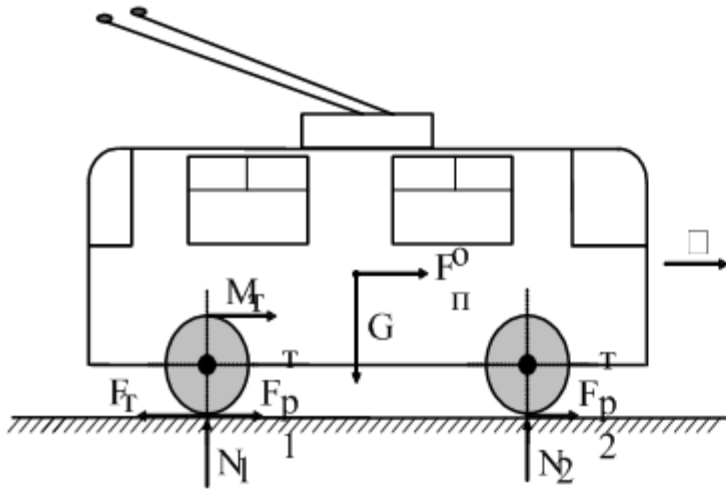
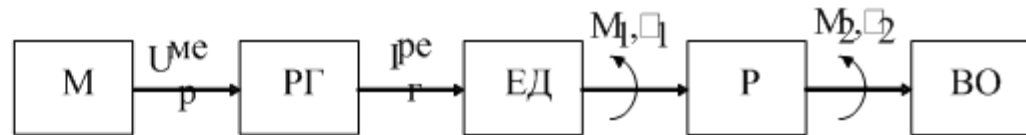
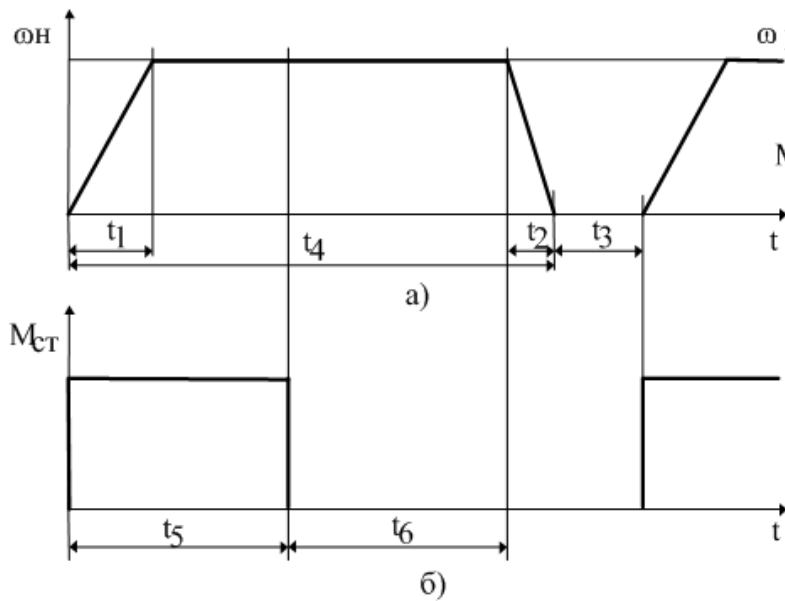


Схема зусиль які діють на тролейбус під час руху по прямій



Структурна схема ЕП тролейбуса

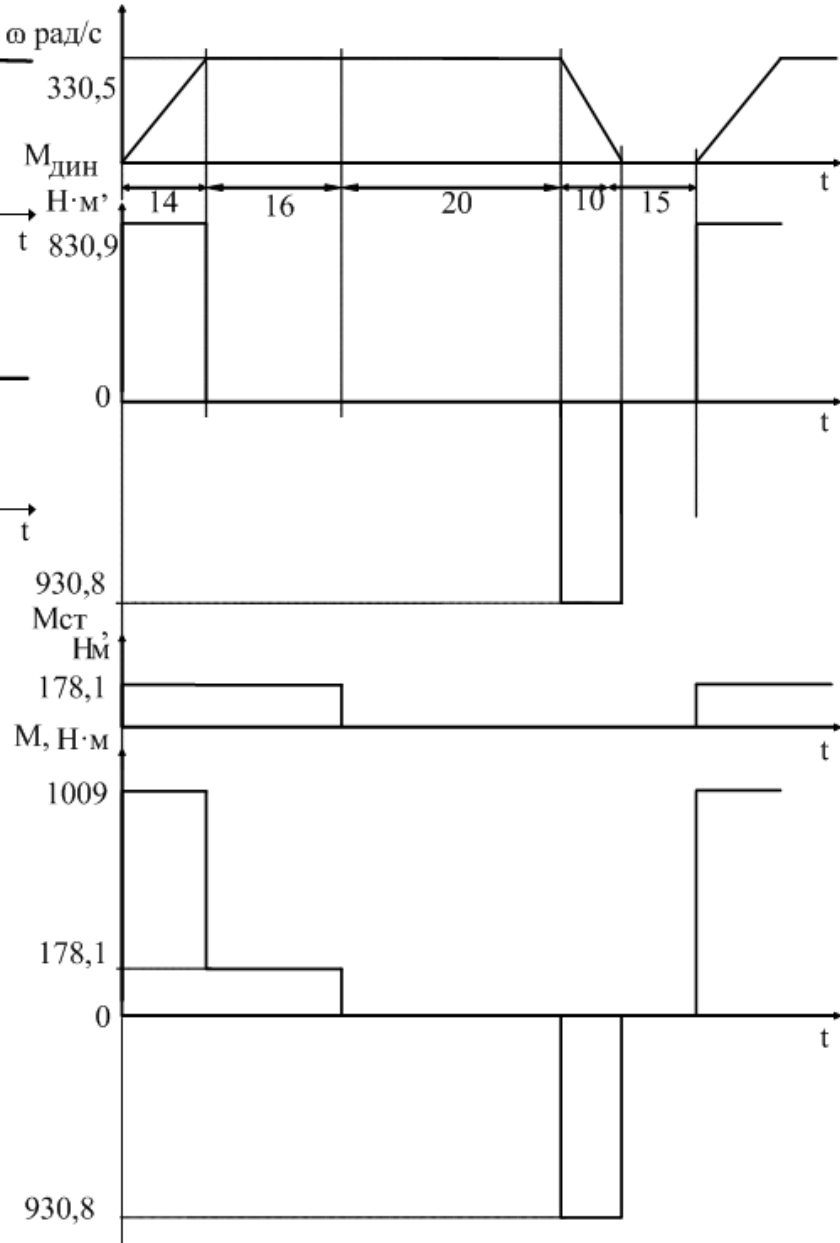
Тахограма руху та навантажувальна діаграма тягового електропривода



Тахограма швидкості та діаграма навантаження

- а) тахограма швидкості
- б) діаграма навантаження

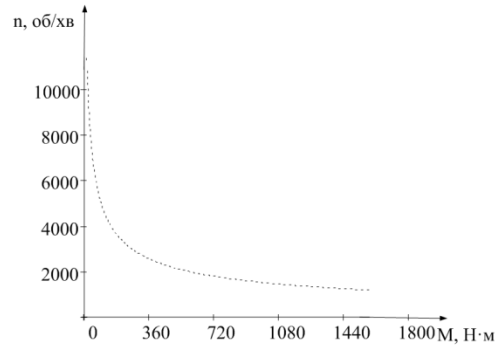
- t_1 - час розгону тролейбуса, приблизно становить 14 с;
- t_2 - час гальмування біля 10 с;
- t_3 - час простою тролейбуса на зупинках, 12- 16 с;
- t_4 - загальний час руху тролейбусаміж зупинками, 50- 80 с;
- t_5 - час роботи тягового електричного двигуна, 23- 40 с;
- t_6 - час, прякому тролейбус рухається за рахунок сил інерції(з відключеним від мережі двигуном), 20- 30 с.



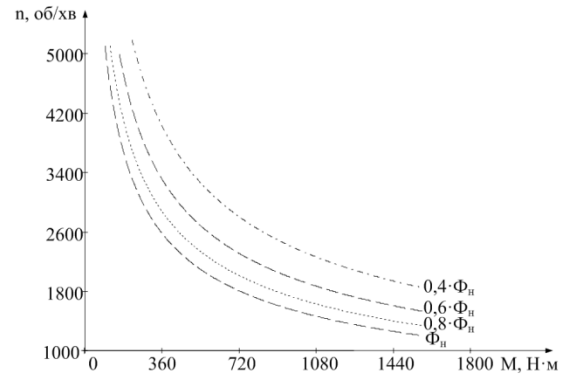
Діаграми моментів навантаження двигуна

Механічні характеристики тягового двигуна при заданому способі регулювання частоти обертання вала двигуна

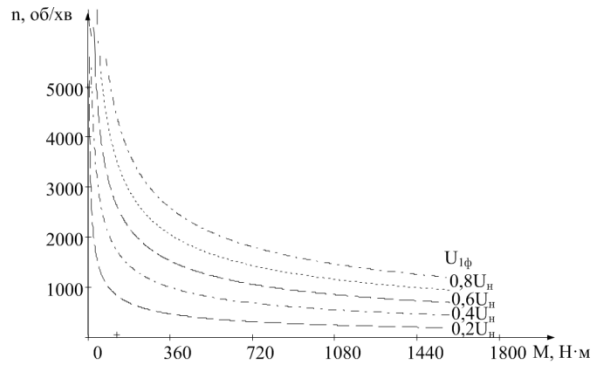
08-48_ДП1.007.00.000 E2



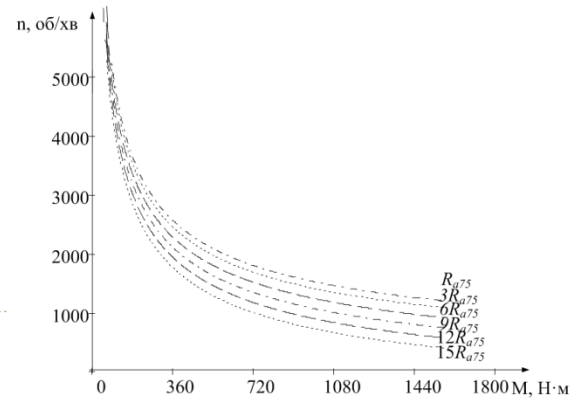
Природна механічна характеристика двигуна послідовного збудження



Механічні характеристики двигуна послідовного збудження при регулюванні магнітного потоку



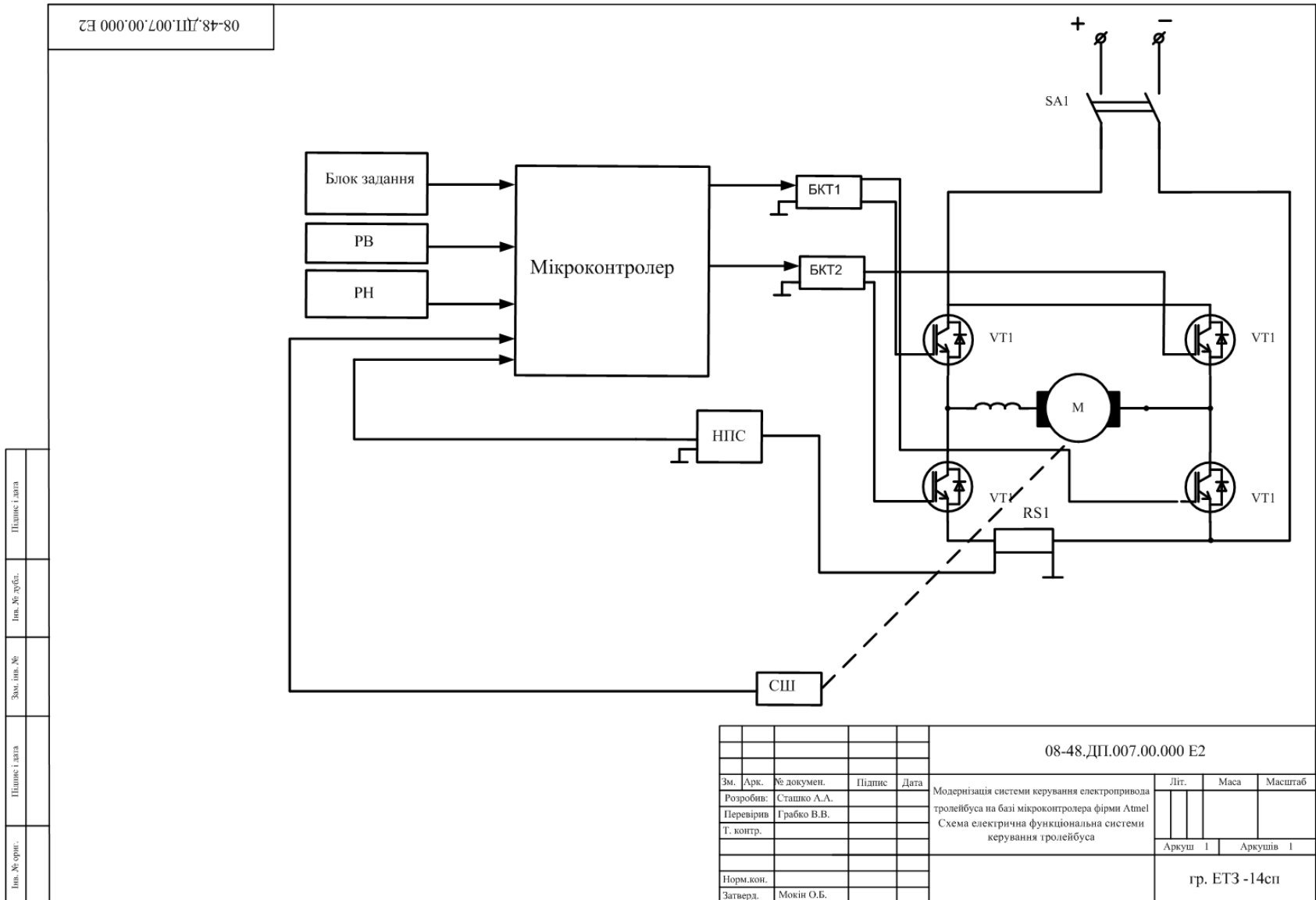
Механічні характеристики двигуна послідовного збудження при регулюванні напруги живлення



Механічні характеристики двигуна послідовного збудження при регулюванні опору кола якоря

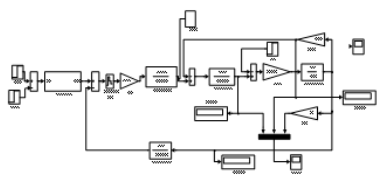
				08-48_ДП1.007.00.000 E2			
№	Дис.	№ документа	Підпис	Дата	Збр.	Маса	Модифікації
Розробив	Степанюк А.А.				Модифікація системи керування електродвигуном збудженою на базі мікроконтролера фірми Atmel		
Перевірив	Гришко В.В.				Механічні характеристики тягового двигуна		
Схвалено					Архив	1	Архив
Дата виходу					гр. ЕТЗ - 14сн		
Складено	Мороз О.В.						

Схема електрична функціональна системи керування тролейбуса

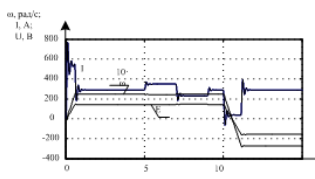


Результати моделювання перехідних процесів замкненої системи з цифровим регулятором

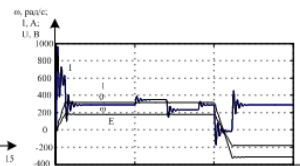
Z3 000'00'100'00'00.000 E2



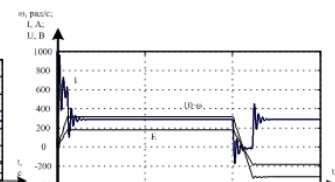
Структурна схема з використанням цифрового П-регулятора швидкості



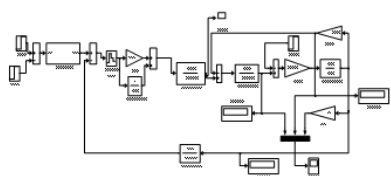
Перехідні характеристики цифрового П-регулятора швидкості, струму та ЕРС при пуску на номінальне навантаження, нахилі навантаження, скиді навантаження та реверсі



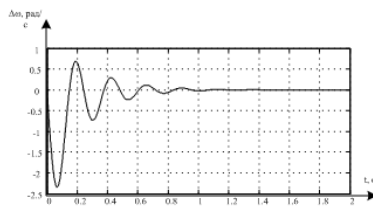
Перехідні характеристики цифрового П-регулятора швидкості, струму та ЕРС при пуску на номінальне навантаження, нахилі навантаження, скиді навантаження та реверсі



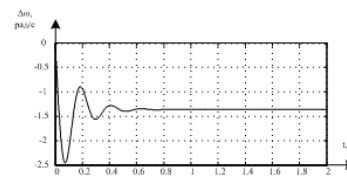
Перехідні характеристики струму, швидкості, ЕРС із використанням цифрового П-регулятора швидкості при нахилі навантаження під час пуску



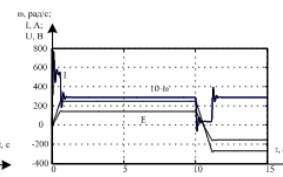
Структурна схема з використанням цифрового ПІД-регулятора швидкості



Перехідна характеристика із використанням цифрового ПІД-регулятора швидкості при номіналі електродвигав при нахилі номінального навантаження



Перехідна характеристика із використанням цифрового ПІД-регулятора швидкості при номіналі електродвигав при нахилі номінального навантаження

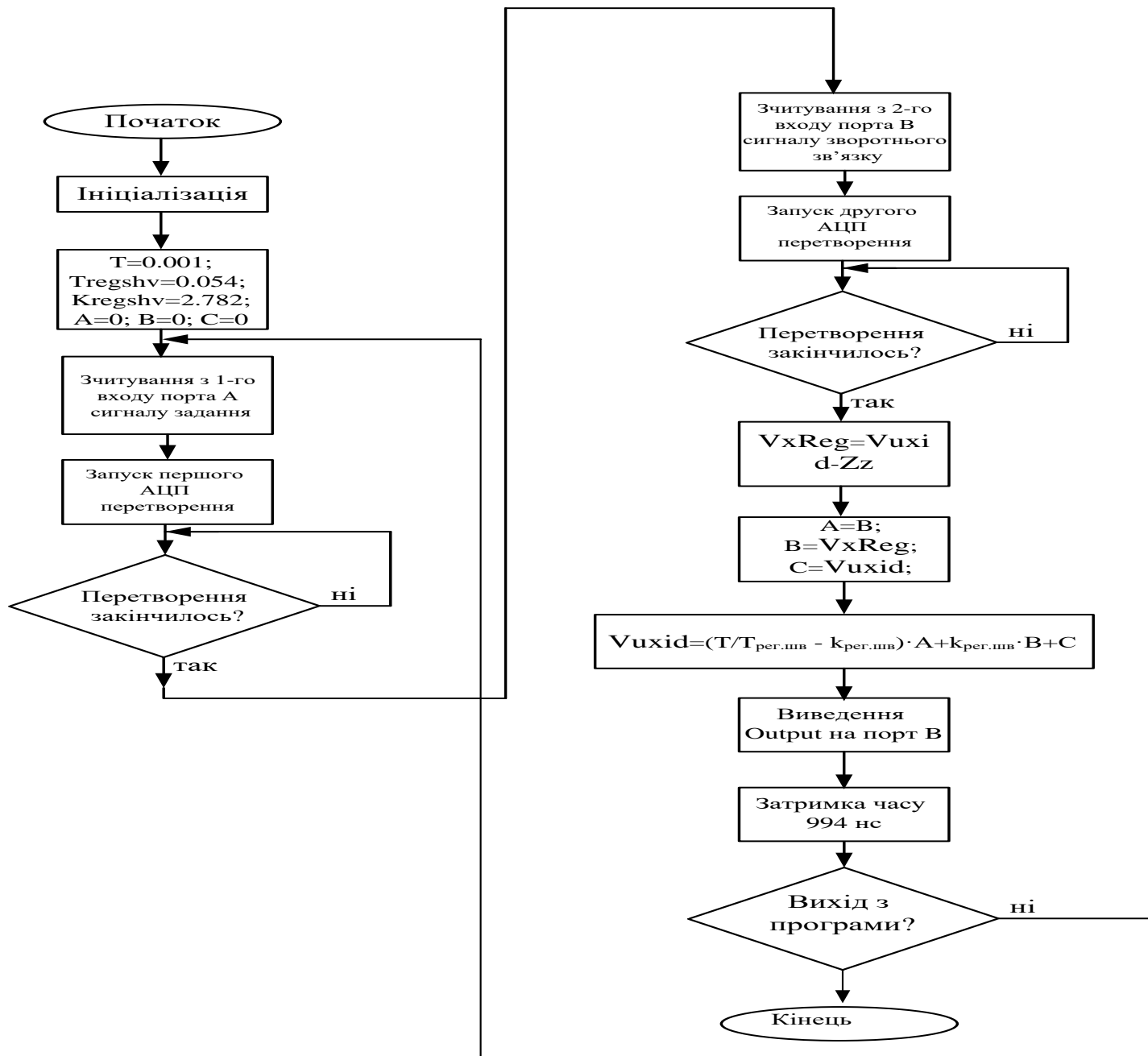


Перехідні характеристики струму, швидкості, ЕРС із використанням цифрового ПІД-регулятора швидкості при нахилі навантаження під час пуску

Підпис і дата	
Ім'я, № дубл.	
Зовн. ім'я, №	
Підпис і дата	
Ім'я, № ориг.	

					08-48.ДП.007.00.000 00			
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Модернізація системи керування електродвигавом тролейбуса на базі мікроконтролера фірми Atmel Графіки моделювання перехідних процесів замкненої системи з цифровим регулятором	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Сташко А.А.						
Перевірив		Гرابко В.В.						
Т. контр.						Аркушів 1		
Норм.кон.						гр. ET3 -14сп		
Затверд.		Мокін О.Б.						

Алгоритм роботи мікроконтролера

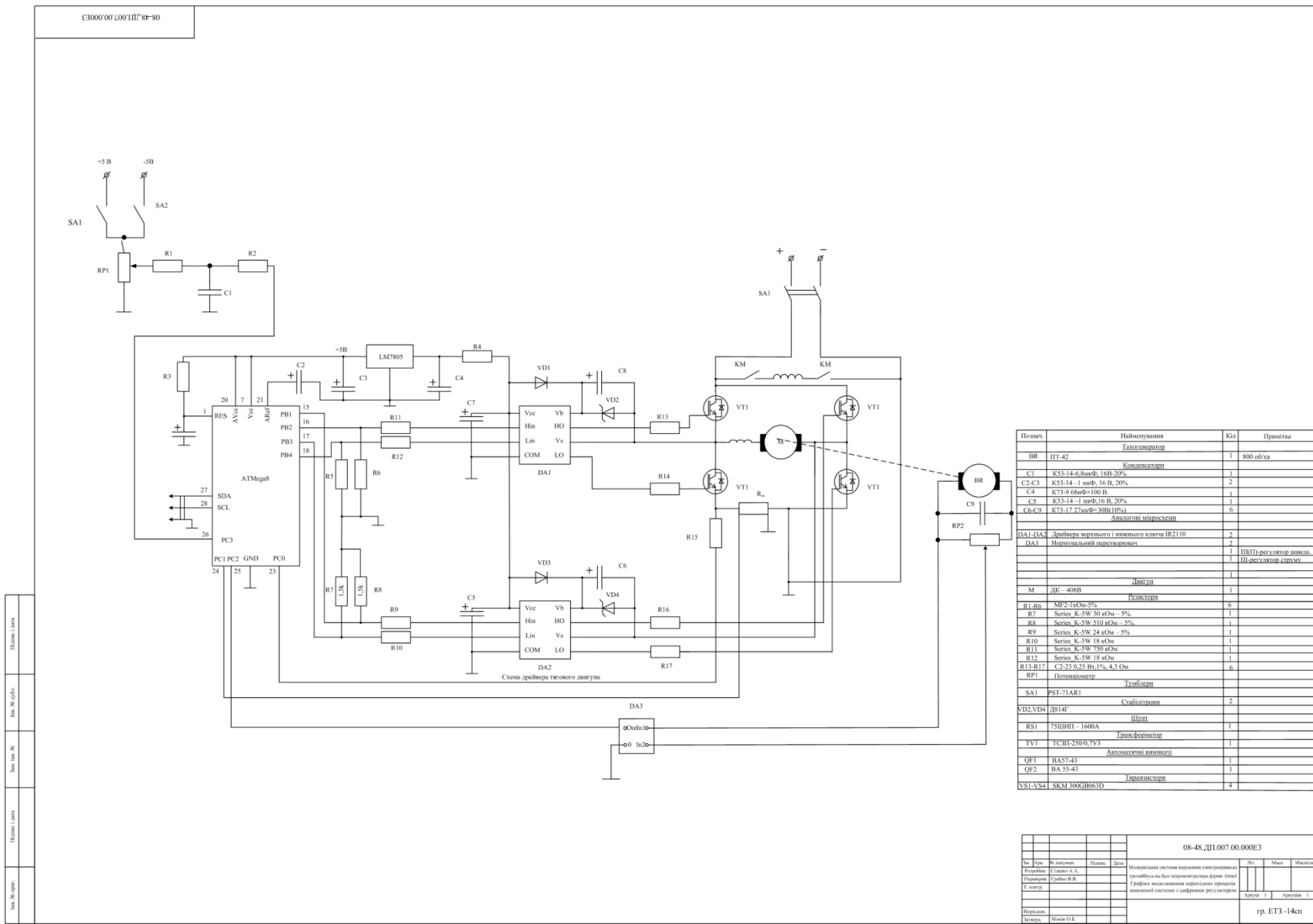


Лістинг програми

```
#include <iomega8.h>
#include <delay.h>
float Zadanya; //сигнал задання
float Zz; //сигнал зворотнього зв'язку
float Vuxid; //вихідний сигнал
float VxReg; //вхідний сигнал регулятора
float T, Tregshv, Kregshv; //крок дискретизації, стала часу
регулятора швидкості, коефіцієнт підсилення регулятора
швидкості
float A, B, C; //коефіцієнти А, В, С ПІ-регулятора
void main(void)
{
    DDRA=0x00; //налаштування PORTA на
зчитування сигналу
    DDRB=0xFF; //налаштування PORTB на виведення
сигналу
    DDRD=0xFF; //налаштування PORTD на виведення
сигналу
    ADCSR =0x40; //дозвіл АЦП
    ADCSR =0x01; //формування тактової частоти
(ділення на 64 8192/64=128 кГц)
    ADCSR =0x01;
    TCCR1A=0x83; //COM1A1=0, якщо
OCR1A=OCR1B; настройка 10-бітного "ШИМ з точною
фазою"
    TCCR1B=0x01; //тактова частота таймера рівна
частоті мікроконтролера
    Tregshv=0.054;
    Kregshv=;
```

```
T=0.001; //крок дискретизації 0.001
A=0;
B=0;
C=0;
while(1)
{
    ADMUX=0x00; //АЦП перетворення сигналу
задання Input (ADC0)
    ADCSR =0x20; //запуск АЦП перетворення
while(ADCSR_Bit4==0);
    Zadanya =ADC; //зчитування сигналу задання
Input
    ADCSR_Bit4 =0; //встановлення біту закінчення
АЦП перетворення в нульове положення
    ADMUX=0x01; //АЦП перетворення сигналу
зворотнього зв'язку Zz (ADC1)
    ADCSR_Bit6=1;
    while(ADCSR_Bit4==0);
    Zz =ADC; //зчитування сигналу зворотнього
зв'язку Zz
    ADCSR_Bit4 =0; //встановлення біту закінчення
АЦП перетворення в нульове положення
    VxReg = Zadanya -Zz; //вхідний сигнал регулятора
A=B;
B= VxReg;
C= Vuxid;
    Vuxid =(T/Tregshv-Kregshv)*A+Kregshv*B+C;
    OCR1A= Vuxid; //настройка ШИМ
    Delay_us(994);
}
}
```


Схема електрична принципова системи керування тролейбуса



Познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
BR	ТТ-42	1	800 об/хв
C1	K53-14-6,8мФ, 140V-50%	1	Конденсатор
C2-C3	K53-14 -1 мФ, 16 В, 20%	2	
C4	K73-9 68мФ±100 В	1	
C5	K53-14 -1 мФ, 16 В, 20%	1	
C6-C9	K73-17 270мФ±30В(10%)	6	
DA1-DA2	Драйвери першого і другого електродвигуна IR2110	2	
DA3	Нормальний інвертор	1	ПВТ-регулятор швидкості, III-регулятор струму
M	ДК - 40НВ	1	Двигун
R1-R6	MP-2-140м-5%	6	Резистори
R7	Серія К-5W 20 кОм - 5%	1	
R8	Серія К-5W 310 кОм - 5%	1	
R9	Серія К-5W 24 кОм - 5%	1	
R10	Серія К-5W 18 кОм	1	
R11	Серія К-5W 750 кОм	1	
R12	Серія К-5W 18 кОм	1	
R13-R17	C-23 0,25 Вт, 1%, 4,3 Ом	6	
RP1	Потенціометр	1	
SA1	ПST-71AR1	1	Тумблер
VD2,VD4	2B14C	2	Стабілітрони
VD3	Шуаг	1	
RS1	75ВНП1-1600А	1	Трансформатор
TV1	ТС-81-2500,7У3	1	Трансформатор
QF1	BA57-43	1	Автоматичні вимикачі
QF2	BA 35-43	1	
VS1-VS4	SKM 300ДВ03D	4	Транзистори

08-48_ДП1.007.00.000E3				№	Маса	Матеріал
№	Ряд	№ документа	План	Дата	Модернізація системи керування електроприводом тролейбуса на базі мікроконтролера фірми Atmel	
Проектував				Григорів С.М. С.А.		Архив 1
Перевірив				Григорів В.В.		
Т. внос						
Норм. код						Архив 1
Вироби				Микола С.К.		

Дякую за увагу!