

Создание и апробирование лабораторной установки по учебному курсу Микроконтроллеры по теме «Генерация векторного ШИМ для управления трехфазным асинхронным двигателем».

авторы: Василенко Виктор Андреевич
Вербова Алина
Илюшин Антон Геннадьевич
Маслов Иван Андреевич
Прокшин Артем Николаевич
Халявин Дмитрий Игоревич

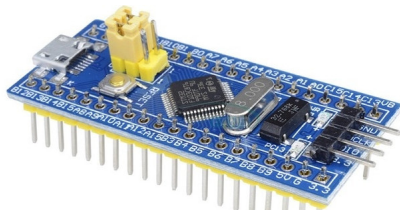
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

3 февраля 2019 г.

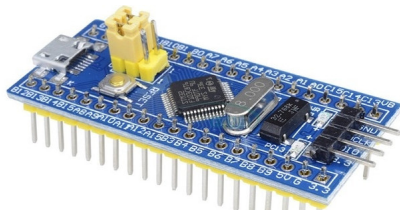
- упрощение системы управления с использованием ковариантных и контравариантных координат;
- создание лабораторных стендов;
- использование свободного open-source программного обеспечения;
- оформление УМКД;

- предыдущий курс «решение интерфейсных задач с помощью микроконтроллера at89» Кекконен А.В., Тимофеев А.А. (8 установок);
- обсуждалось (приводчикам нужны приводы) с Татаринцевым Н.И., Беловым М.П.;
- поделили:
 - Татаринцев –двигатель постоянного тока,
 - Прокшин – асинхронный двигатель.

- в Linux всё есть “из-коробки”:
 - кросс-компилятор arm,
 - компиляторы для “родной” системы,
 - java;
- Windows – в режиме эмуляции Линукс;
- Atollic Studio
- System Workbench (ac6)



микроконтроллер	200 руб.
аппаратный программатор	200-300 руб.
светодиод, резистор, провода	100 руб.
драйвер силовых ключей	диплом Архипова
асинхронный двигатель	есть



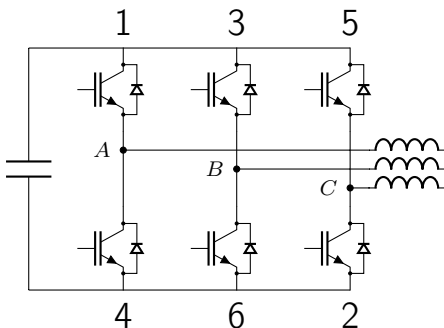
микроконтроллер

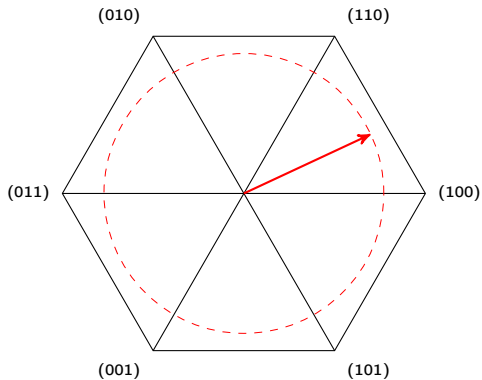
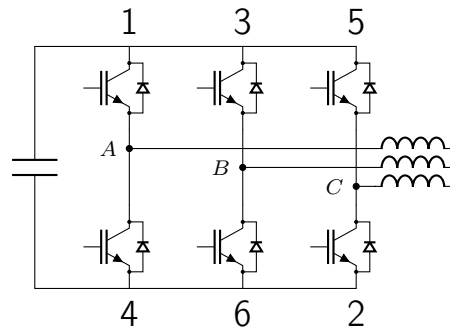
200 руб.

светодиод, резистор, провода
драйвер силовых ключей
асинхронный двигатель

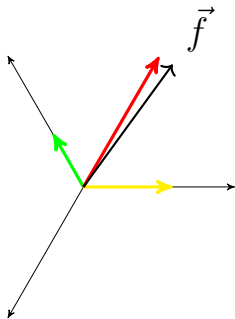
100 руб.

диплом Архипова
есть

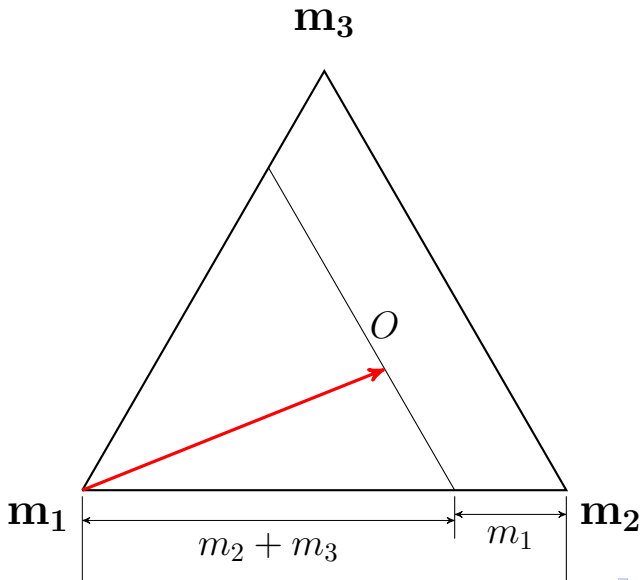




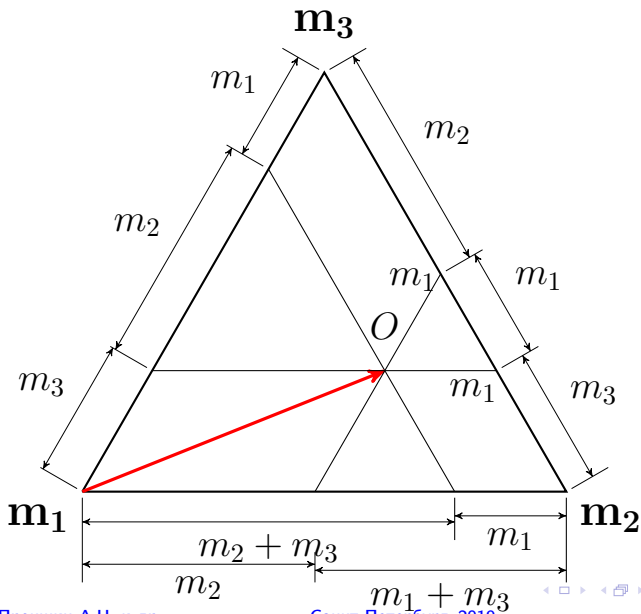
$$\vec{f} = \frac{2}{3} \left(\vec{f}_{a_{\perp}} + \vec{f}_{b_{\perp}} + \vec{f}_{c_{\perp}} \right)$$

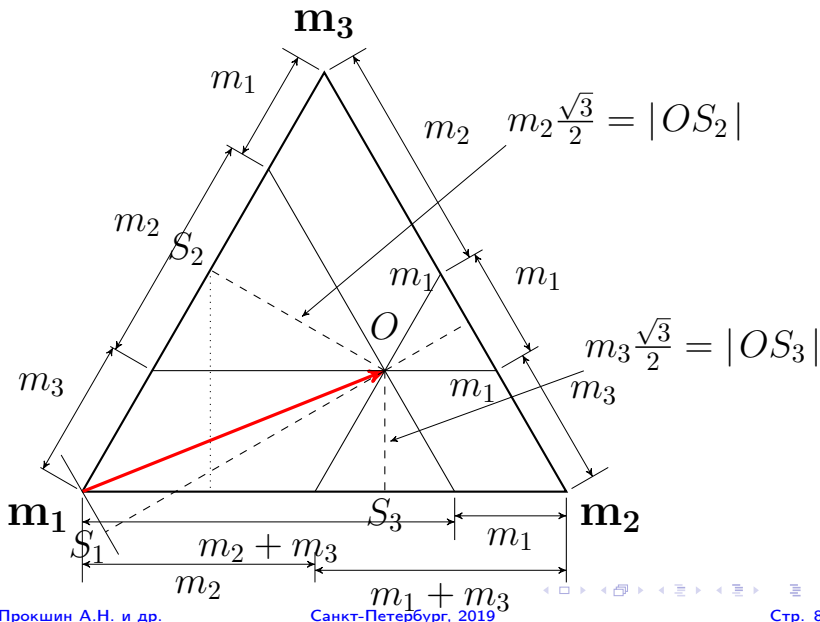


- измеряемые величины – ковариантные координаты вектора;
- физическая величина – всегда произведение ко- и контра-вариантных координат;



Лекция 2 контравариантные координаты – управление

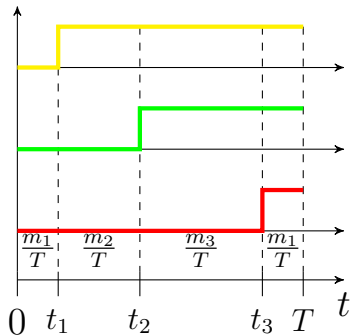
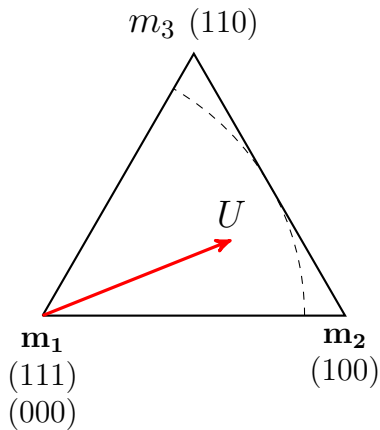




- изображающий вектор – есть центр тяжести «весов» дискретных состояний, правило рычага Архимеда;
- изображающий вектор есть векторная сумма «весов», т.е. контравариантных координат векторов.

$$\begin{cases} m_2 = \frac{4}{3} \left(S_3 - \frac{S_2}{2} \right) \\ m_3 = \frac{4}{3} \left(S_2 - \frac{S_3}{2} \right) \\ 1 = m_1 + m_2 + m_3 \end{cases}$$

Перевод весов дискретных состояний ключей в расходы ШИМ



стиль программирования: Макросы вместо функций

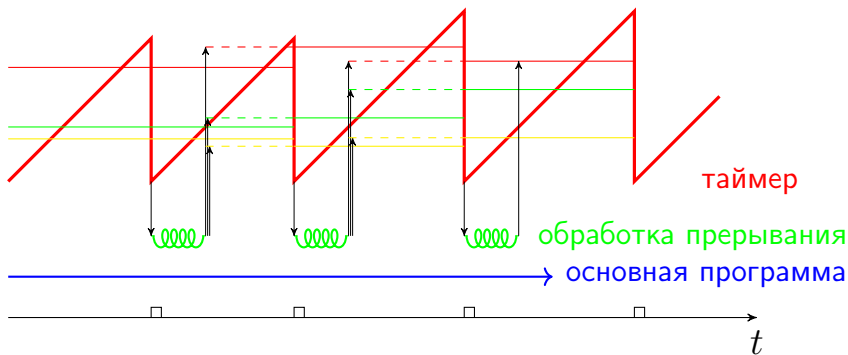


```
typedef struct {
    double U;           // вектор U (нормированный на 1)
    double fi;          // угол в радианах
    double Za,Zb,Zc;    // проекции вектора U на фазы A,B,C
    double ax,ay;       // фазы A
    double bx,by;       // единичный вектор в направлении фазы B
    double cx,cy;       // фазы C
} COVAR;
```

```
#define COVAR_DEFAULTS { 0, 0, 0, 0, 0, 1., 0., -.5, sqrt(3.)/2., -.5, -sqrt(3.)/2., 0, 0 }
```

```
#define COVAR_MACRO(v) \
\
    v.Za = v.U*cos(v.fi)*v.ax + v.U*sin(v.fi)*v.ay; \
    v.Zb = v.U*cos(v.fi)*v.bx + v.U*sin(v.fi)*v.by; \
    v.Zc = v.U*cos(v.fi)*v.cx + v.U*sin(v.fi)*v.cy;
```

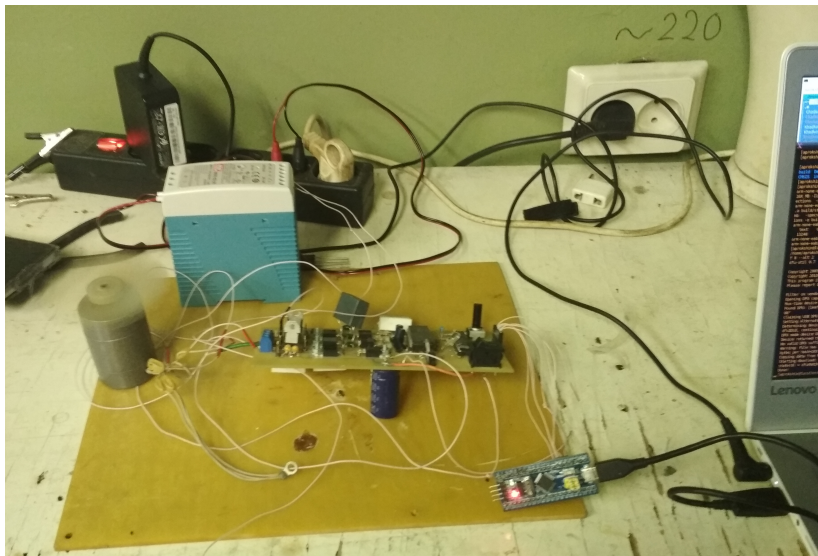
```
/* использование макросов */
COVAR a = COVAR_DEFAULTS;
a.U = X;
a.fi = Fi;
COVAR_MACRO(a);
```





$$\text{делитель частоты} = \frac{\text{исходная частота}}{\text{коэффициент деления}} - 1$$


Делитель частоты физически реализуется счетчиком пропусков событий.


0 пропусков \equiv деление на 1. Один пропуск \equiv деление на 2.





-  Горев А.А. Переходные процессы синхронной машины. – М., Л., Гос. энергетическое изд., 1950. – 551 с.

-  Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М. «Академия», 2007 - 272 с.

-  Заливка прошивки в STM32 через USB
<https://habr.com/post/403007/>

-  Программа-загрузчик
github.com/rogerclarkmelbourne/Arduino_STM32

-  Мехбиос <http://www.mechatronica-pro.com>

-  <https://www.ti.com/tool/CONTROLSUITE>