

Создание лабораторных работ по дисциплине  
«Цифровая и микропроцессорная техника в  
управлении» с использованием российского  
программного обеспечения «MexBIOS Development  
Studio 6.21»

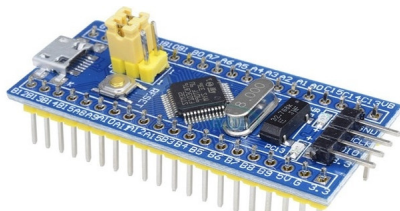
*авторы:* Александр Вячеславович Домнин, гр.8871  
Варвара Дмитриевна Лиховская, гр.8871  
Прокшин Артем Николаевич

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

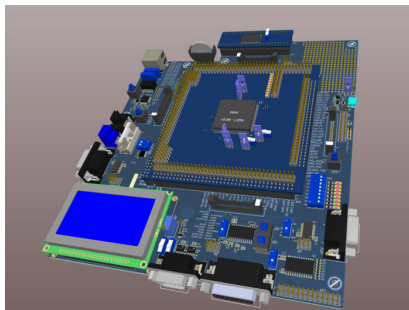
22 апреля 2021 г.

- упрощение системы управления с использованием ковариантных (измеряемых) и контравариантных (неизмеряемых) координат;
- создание мобильных лабораторных стендов;
- использование российского программного обеспечения;
- использование российских микроконтроллеров в части задач

- MexBIOS Development Studio 6.21 [3];
- MViewer <http://mviewer.ru>
- Vector IDE



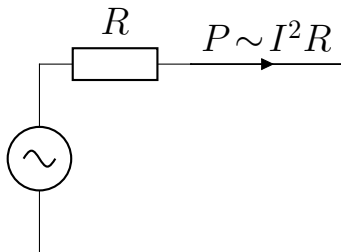
микроконтроллер	150 руб.
аппаратный программатор	200-300 руб.
USB ком-порт	150-200 руб.
светодиод, резистор, провода	100 руб.



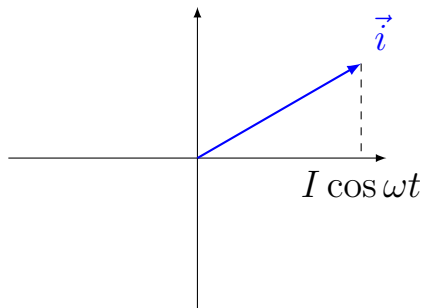
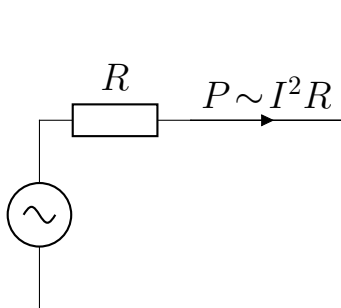
микроконтроллер K1921BK01T  
макетная плата  
CAN-переходник Marathon



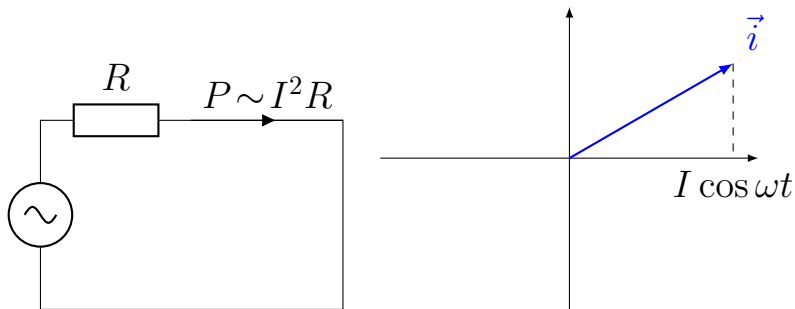
# проекция пространственного вектора тока в выбранной фазе



# проекции пространственного вектора тока в выбранной фазе

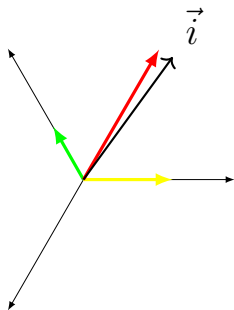






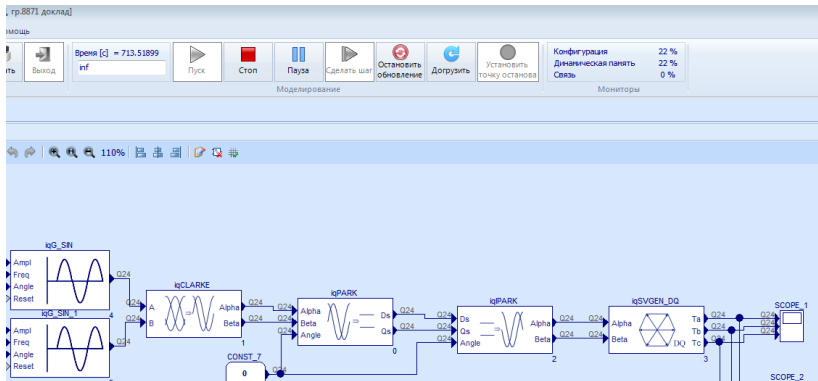
Измеряемая величина –  
перпендикулярная проекция вектора  $\vec{i}$  на ось  
фазы A

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

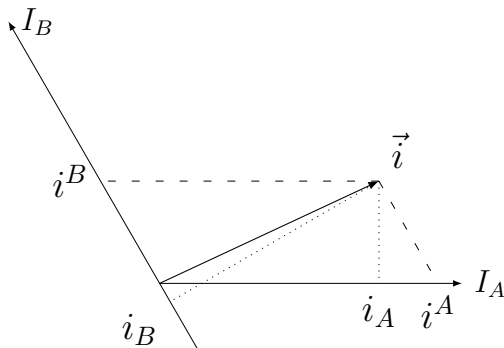


- измеряемые величины – перпендикулярные координаты вектора [1], [2];

# использование измерений в системе управления

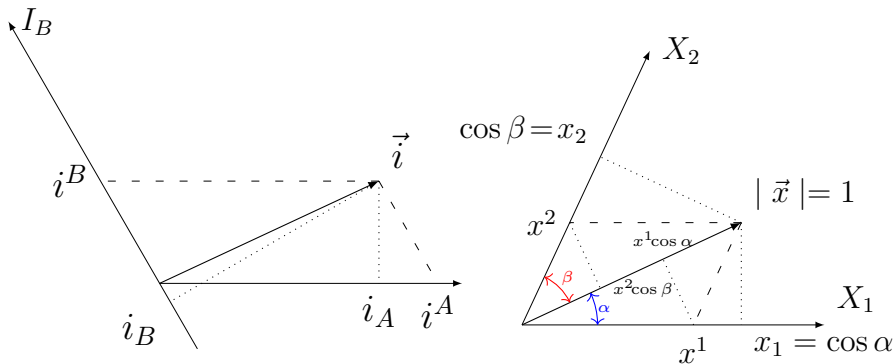


Часто используемая последовательность блоков системы управления [1], [2] : преобразования Кларка, Парка-Горева, обратные преобразования Парка-Горева, Кларка (обратные связи опущены).



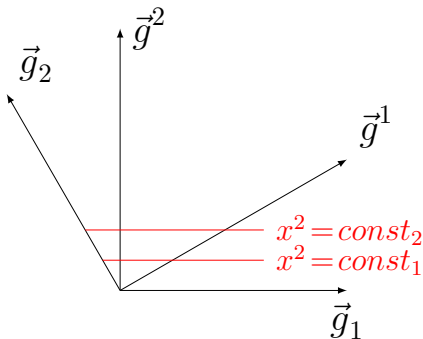
$$|\vec{i}|^2 = i_A \cdot i^A + i_B \cdot i^B$$

физическая величина – произведение ко- и  
контра-вариантных координат



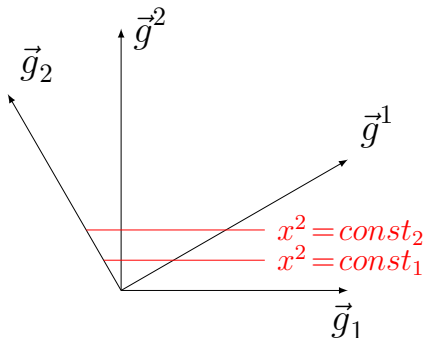
$$|\vec{i}|^2 = i_A \cdot i^A + i_B \cdot i^B$$

физическая величина – произведение ко- и  
контра-вариантных координат



$$\begin{aligned} \left( \vec{g}^1 \cdot \vec{g}_1 \right) &= 1; & \left( \vec{g}^1 \cdot \vec{g}_2 \right) &= 0; \\ \left( \vec{g}^2 \cdot \vec{g}_1 \right) &= 0; & \left( \vec{g}^2 \cdot \vec{g}_2 \right) &= 1; \end{aligned}$$

$$\left( \vec{g}^i \cdot \vec{g}_j \right) = \delta_j^i = \delta^i_j$$



разложение вектора по базису:

$$\vec{x} = x^1 \vec{g}_1 + x^2 \vec{g}_2 = \sum_{i=1}^2 x^i \vec{g}_i = x^i \vec{g}_i$$

$$\vec{x} = x_1 \vec{g}^1 + x_2 \vec{g}^2 = x_i \vec{g}^i$$

вычисление координат:

$$\begin{aligned} \left( \vec{g}^1 \cdot \vec{g}_1 \right) &= 1; & \left( \vec{g}^1 \cdot \vec{g}_2 \right) &= 0; \\ \left( \vec{g}^2 \cdot \vec{g}_1 \right) &= 0; & \left( \vec{g}^2 \cdot \vec{g}_2 \right) &= 1; \end{aligned}$$

$$(\vec{x} \cdot \vec{g}^i) = x^i$$

$$(\vec{x} \cdot \vec{g}_i) = x_i$$

$$\left( \vec{g}^i \cdot \vec{g}_j \right) = \delta_j^i = \delta^i_j$$

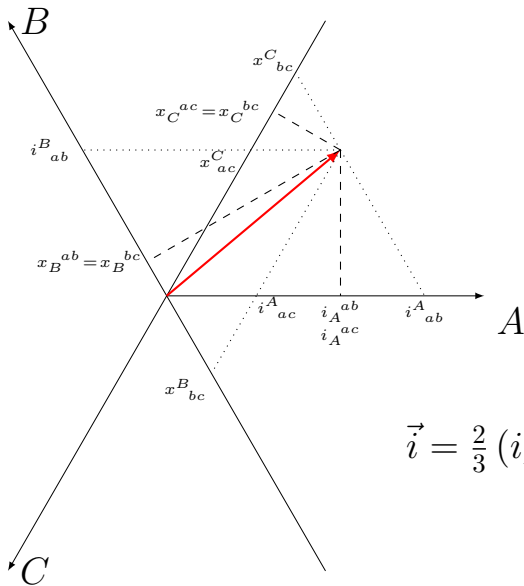
Формула для мощности в инверторе

$$p = i_A \cdot u^A + i_B \cdot u^B$$

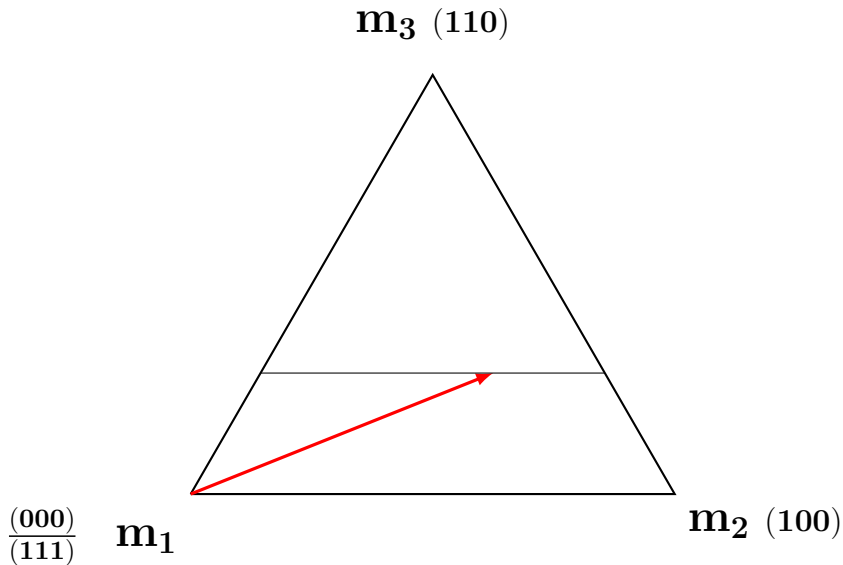
Как найти контравариантные координаты?

- симметрия системы;
- из системы управления – при генерации  $u$  пользуемся контравариантными координатами;
- оси измерения линейных напряжений  $u_{AB}$  и  $u_{BC}$  сопряжены с осями измерений  $i_A$  и  $i_{(-C)}$

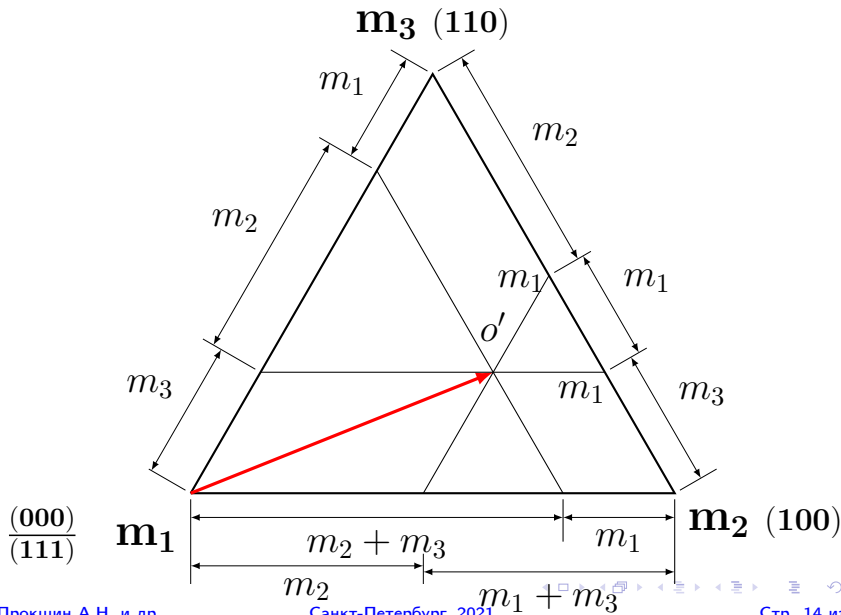




$$\vec{i} = \frac{2}{3} (i_A \vec{e}_A + i_B \vec{e}_B + i_C \vec{e}_C)$$

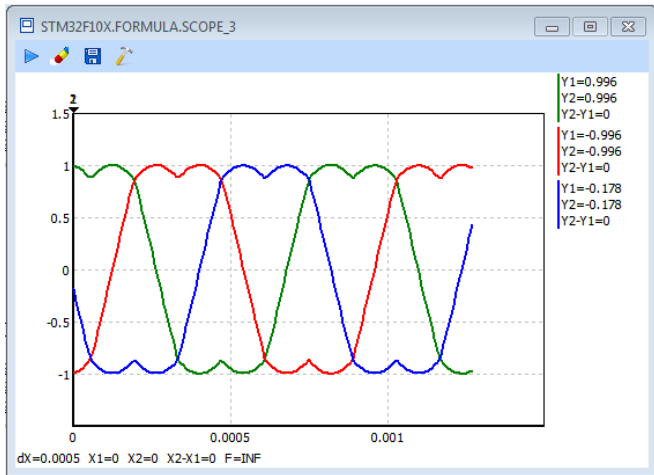










- изображающий вектор – есть центр тяжести «весов» дискретных состояний, правило рычага Архимеда;
- изображающий вектор есть векторная сумма «весов», т.е. контравариантных координат векторов.

$$\begin{cases} m_2 &= \frac{4}{3} \left( i_A - \frac{|i_{(-C)}|}{2} \right) \\ m_3 &= \frac{4}{3} \left( |i_{(-C)}| - \frac{i_A}{2} \right) \\ 1 &= m_1 + m_2 + m_3 \end{cases}$$



Расходы ШИМ в блоке без перехода к декартовым координатам [4]

-  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.
-  Мехбиос <http://www.mechatronica-pro.com>
-  Исходный код блока  
<https://github.com/trot-t/RemoteLabs>