

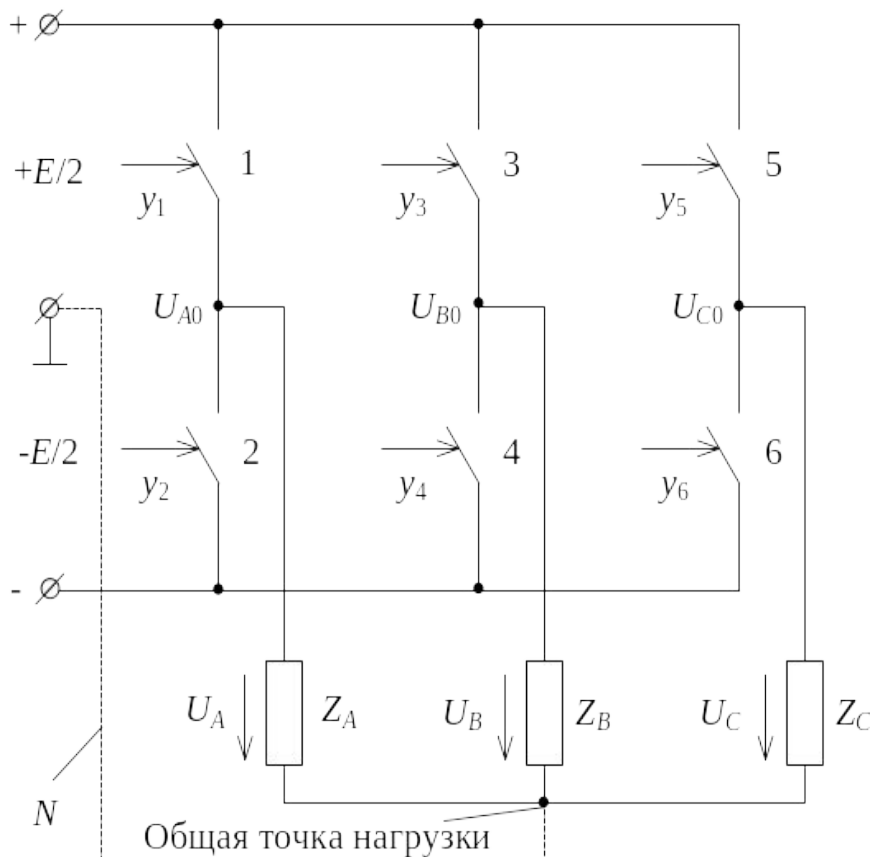
Однокристалльные микро-ЭВМ

7. МС и ШИМ

1) **Назначение:** реализация управляющих и сервисных функций, необходимых при работе трехфазного АИН с ШИМ.

2) **Реализуемые алгоритмы управления:** скалярная ШИМ, пространственно-векторная ШИМ (ВШИМ) с 4-мя коммутациями на T_s .

3) **Объект управления:**



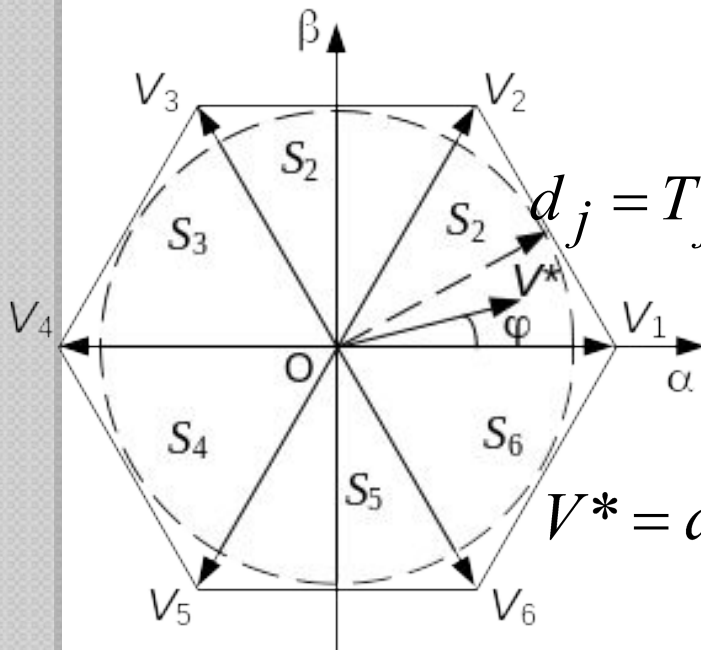
4) **Вариант реализация скалярной ШИМ в МПСУ:**

- Задать режимы работы МС и ШИМ.
- Задать период и режим счета таймера-счетчика.
- В головной программе рассчитывать текущие коды фазных модулирующих сигналов и записывать их в регистры сравнения (дважды буферизованные).

Все остальное делается модулем МС и ШИМ автоматически.

5) Основы представления векторной ШИМ

Векторы состояния: 000 – V_0 и 111 – V_7 – обеспечивают нулевые напряжения в нагрузке («нулевые» векторы), а $V_1 - V_6$ обеспечивают ненулевые напряжения («образующие» векторы).



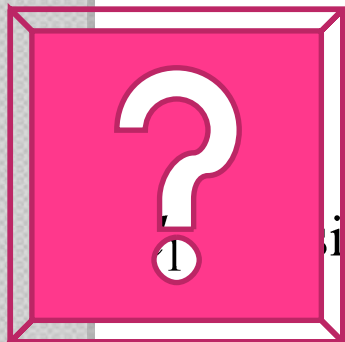
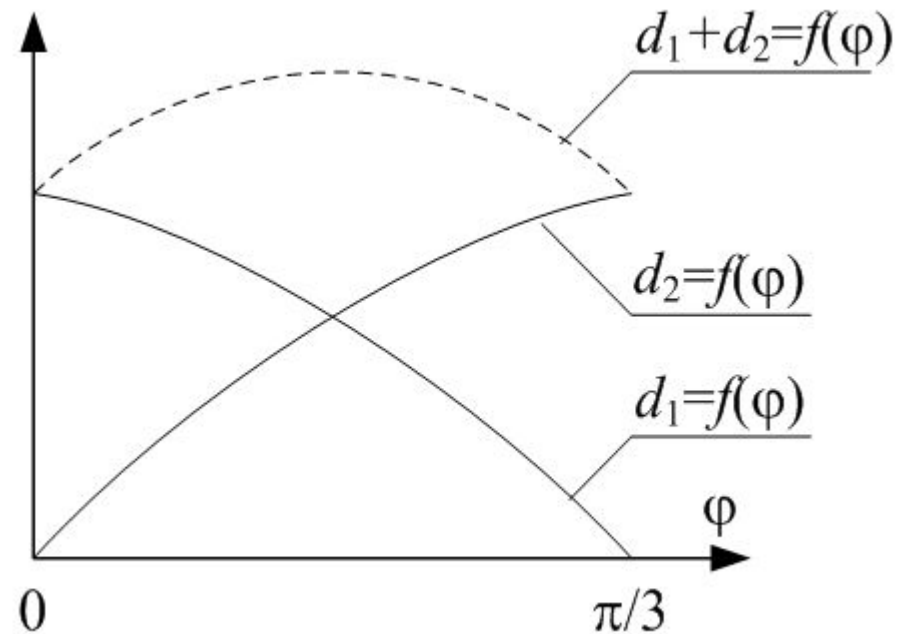
$$d_1 = M \sin\left(\frac{\pi}{3} - \varphi'\right)$$

| Y_A | Y_B | Y_C | Вектор | V_i | S_i |
|-------|-------|-------|---------------------|-----------|-----------|
| 0 | 0 | 0 | Состояния | $T_0 V_0$ | $T_7 V_7$ |
| 1 | 0 | 0 | $T_1 V_1 + T_2 V_2$ | V_1 | S_1 |
| 1 | 1 | -1 | 06 | V_2 | S_2 |
| 0 | 1 | 0 | 02 | V_3 | S_3 |
| 0 | 0 | 1 | 03 | V_4 | S_4 |
| 1 | 0 | 0 | 01 | V_5 | S_5 |
| 1 | 0 | 0 | 05 | V_6 | S_6 |
| 0 | 0 | 0 | 00 | V_0 | |

$d_j = T_j / T_s$
 $V^* = d_1 V_1 + d_2 V_2 + d_0 V_0 + d_7 V_7$
 $T_s = T_1 + T_2 + T_0 + T_7$
 $d_1 + d_2 + d_0 + d_7 = 1$

Основы представления векторной ШИМ

Где ϕ' – угловое положение обобщенного вектора относительно начала сектора



- Относительные длительности нулевых векторов

$$d_0 + d_7 = 1 - d_1 - d_2$$

Порядок распределения векторов (и их длительностей) на интервале усреднения

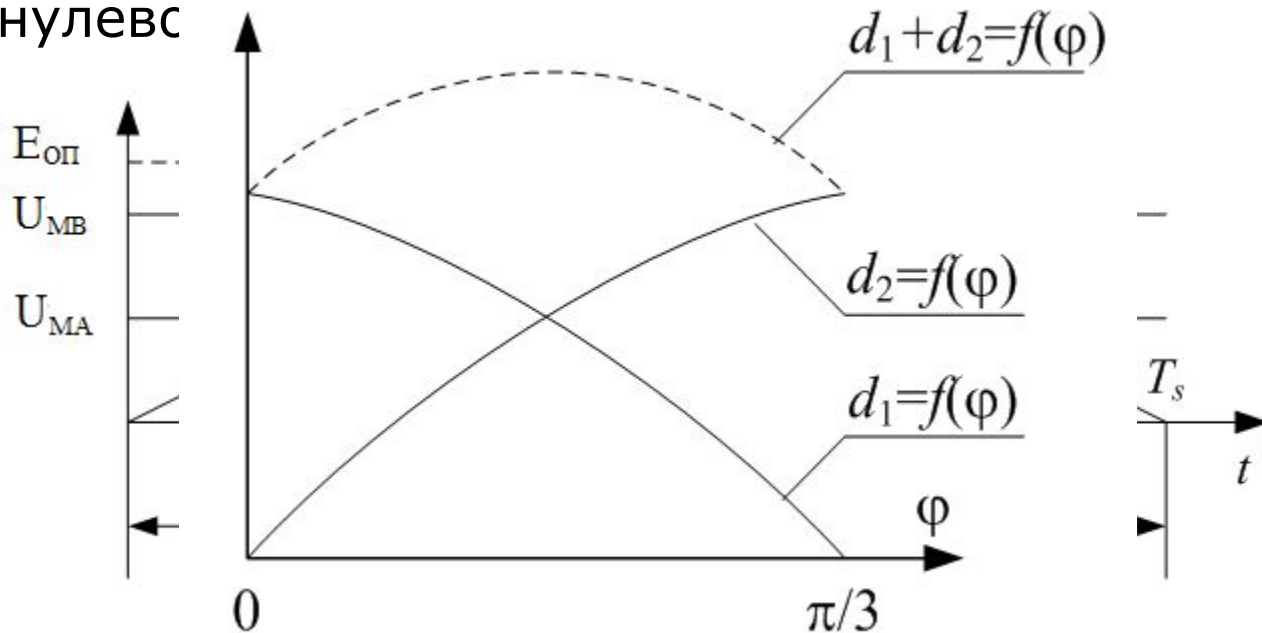
Основы представления векторной ШИМ

Пример:

- на T_s располагается только один нулевой вектор (или V_0 , или V_7); $U_{MA} = d_1 = M \sin\left(\frac{\pi}{3} - \varphi\right)$
- образующие вектора чередуются по номеру от

Меньшего к большему (и их порядок распределения векторов (и их длительностей) на интервале усреднения относительно центра;

- в начале интервала усреднения располагается ненулевс



6) Вариант реализации векторной ШИМ в МПСУ:

- Задать режимы работы МС и ШИМ.
- Задать период и режим счета таймера-счетчика.
- В головной программе рассчитывать текущие коды двух модулирующих сигналов формирования состояния АИН и записывать их в соответствующие регистры сравнения (дважды буферизированные).
- Записывать также трехразрядный начальный вектор и устанавливать направления вращения обобщенного вектора (по или против часовой стрелки).

Все остальное делается модулем МС и ШИМ автоматически.

7) ПЛМ МС и ШИМ:

- COMCONx – регистр управления сравнения МнСА/В;
- АСТRx – регистр управления работой сравнения МнСА/В; (дважды буферированный);
- DBTCONx – регистр управления таймером МВ МнСА/В;
- CMPR1(2,3) – 1(2,3)-й регистр сравнения (дважды буферированный).

8) Регистр управления сравнения COMCONA

Данный регистр определяет:

- является ли работа сравнения разрешенной;
- являются ли выходы сравнения разрешенными;
- условия загрузки рабочих регистров сравнения и регистра управления сравнением из программно-доступных регистров;
- разрешен ли режим ВШИМ.

Figure 5-7. Compare Control A (COMCONA) Register — Address 7411h

| | | | | | | | |
|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|----------------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
| CENABLE | CLD1 | CLD0 | SVENABLE | ACTRLD1 | ACTRLD0 | FCMPOE | PDPINTA Status |
| R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R-0 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| FCMP3OE | FCMP2OE | FCMP1OE | Reserved | | C3TRIPE | C2TRIPE | C1TRIPE |
| R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R-0 | | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 |

D15 – CENABLE – бит разрешение сравнения:

= 0/1 ⇒ работа сравнения запрещена/разрешена.

D14-D13 – CLD1, CLD0 – биты задания условия загрузки *рабочих* регистров сравнения:

=00 – когда счетчик = 0;

=01 – когда счетчик = 0 или = регистру периода (ОШИМ);

=10 – немедленно;

=11 – резерв.

D12 – SVENABLE – бит разрешения режима ВШИМ:

= 0/1 ⇒ режим ВШИМ запрещен/разрешен.

D11, D10 - ACTRLD1, ACTRLD0 – биты условия загрузки рабочего регистра управления работой:

=00 – когда счетчик = 0;

=01 – когда счетчик = 0 или = регистру периода (ОШИМ);

=10 – немедленно;

=11 – резерв.

D9 – FCMPOE – бит разрешения выходов МСiШИМ. Бит активен, когда EXTCONA(0)=0, иначе – резерв. В активном состоянии этот бит = 0, когда PDPINTA/T1CTRIIP=0 и EVAIFRA(0)=1.

= 0/1 ⇒ выходы PWM1 – PWM6 в 3-м состоянии/ управляются соответствующей логикой сравнения.

D8 - /PDPINTA Status - бит отражает (дублирует) текущее состояние вывода /PDPINTA.

D7-D5 - FCMP3OE, FCMP2OE, FCMP1OE – биты разрешения выхода соответственно 3-го, 2-го, 1-го каналов сравнения, т.е. выходов PWM5/6, PWM3/4, PWM1/2. Биты активны, когда EXTCONA(0)=1, иначе – они в резерве. В активном состоянии этот биты → 0, когда соответственно сигналы C3TRIP/ C2TRIP/ C1TRIP = 0 и также разрешены.

= 0/1 ⇒ выходы соответственно 3-го, 2-го, 1-го каналов сравнения в 3-м состоянии/ управляются логикой 3-го канала сравнения.

D4-D3 – резерв.

D2 – D1 - C3TRIPE, C2TRIPE, C1TRIPE – биты разрешения соответственно сигналов отключения C3TRIP, C2TRIP, C1TRIP. Биты активны, когда EXTCONA(0)=1, иначе – они в резерве.

= 0 ⇒ сигнал C3(2,1)TRIP запрещен и не влияет на выходы 3-го (2-го, 1-го) канала сравнения, на COMCONA(8) или на флаг PDPINT (EVAIFRA(0))

= 1 ⇒ сигнал C3(2,1)TRIP разрешен. Когда C3(2,1)TRIP=0, оба выхода 3-го (2-го, 1-го) канала сравнения переходят в 3-е состояние, COMCONA(8) → 0 и флаг PDPINT (EVAIFRA(0)) → 1.

9) Регистр управления работой сравнения АСТРА

Регистр управление работой сравнения АСТРА управляет действием, которое происходит на каждом из шести выходов сравнения PWM1-PWM6 по событию сравнения, если работа сравнения разрешена в COMCONA (15).

АСТРА - **дважды буферизованный регистр**. Условия, по которому этот регистр перезагружаются, определяется битами в COMCONA. АСТРА также содержит биты SVRDIR, D2, D1, D0, необходимые для работы ВШИМ.

Figure 5–9. Compare Action Control Register A (ACTRA) — Address 7413h

| | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
| SVRDIR | D2 | D1 | D0 | CMP6ACT1 | CMP6ACT0 | CMP5ACT1 | CMP5ACT0 |
| RW-0 | RW-0 | RW-0 | RW-0 | RW-0 | RW-0 | RW-0 | RW-0 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| CMP4ACT1 | CMP4ACT0 | CMP3ACT1 | CMP3ACT0 | CMP2ACT1 | CMP2ACT0 | CMP1ACT1 | CMP1ACT0 |
| RW-0 | RW-0 | RW-0 | RW-0 | RW-0 | RW-0 | RW-0 | RW-0 |

D15 – SVRDIR – бит направления вращения обобщенного вектора. Используется только при генерации ВШИМ.

= 0/1 ⇒ положительное (против ЧС)/ отрицательное (по ЧС) вращение.

D14-D12 – D2-D0 - Биты основных пространственных векторов. Используются только при генерации ВШИМ.

D11, D10 - CMP6ACT1, CMP6ACT0 – бит воздействия на выходной вывод сравнения PWM6.

=00 – форсированный ноль;

=01 – активный ноль;

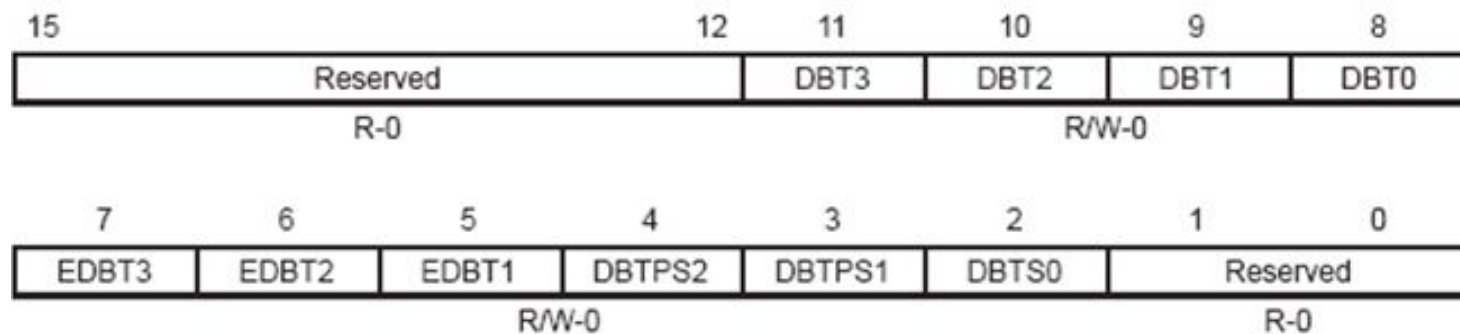
=10 – активная единица;

=11 – форсированная единица.

Оставшиеся пять пар разрядов – то же самое для выводов сравнения соответственно PWM5-PWM1.

10) Регистр управления таймером MB MCA

Figure 5-15. Dead-Band Timer Control Register A (DBTCONA) — Address xx15h



D15-D12 – резерв.

D11-D8 – DBT3–DBT0 – биты определяют величину периода трех 4-битных таймеров MB. $T_{mb}=(0...15)T_{пдч}$.

D7 – EDBT3 – бит разрешения работы 3-го таймера MB. (для PWM5, PWM6).

= 0/1 ⇒ запрещено/разрешено.

D6 – EDBT2 - бит разрешения работы 2-го таймера MB. (для PWM3, PWM4).

= 0/1 ⇒ запрещено/разрешено.

D5 – EDBT1 - бит разрешения работы 1-го таймера MB. (для PWM1, PWM2).

= 0/1 ⇒ запрещено/разрешено.

D4-D2 - DBTPS2–DBTPS0 – биты $K_{дел}$ ПДЧ таймера MB

$K_{дел}=2^n$, где $n=0-7$. Входная частота – частота тактирования ЦП.

D1,D0 – резерв.

Спасибо за внимание