ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

УДК 629.735.083.06

Аль-Аммори Али, В.Д. Цветков

Национальный транспортный университет, Киев

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИОРИТЕТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В КОМПЛЕКСАХ МАЛОМОЩНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

В статье предлагаются два способа решения задачи оптимальной загрузки микроконтроллера в режиме реального времени: графический метод последовательного выбора вариантов работы микроконтроллера с несколькими темпами в режиме реального времени и классический метод на основании выбора методом Гаусса-Зейделя оптимального значения квадратичной формулы из ряда ее экстремальных значений.

Ключевые слова: *графический метод, метод Гаусса-Зейделя, способ эшелонирования.*

Введение

В современных комплексах маломощных энергетических установок (КМЭУ) микроконтроллер (МК), как правило, должен работать в большом количестве режимов с разными темпами выполнения задач. При этом выполняется очень сложная задача оптимального распределения времени занятости МК в разных режимах работы с разными темпами их выполнения с учетом быстродействия МК. Такая задача, как правило, будет многоэкстремальной. Суть ее решения заключается в создании алгоритма выбора оптимального варианта работы МК в режиме реального времени, иными словами, необходимо выбрать наиболее оптимальный вариант из числа возможных вариантов.

Целью работы является решение задачи оптимальной загрузки микроконтроллера в режиме реального времени для организации приоритетного обслуживания в комплексах маломощных энергетических установок, графическим и классическим (Гаусса-Зейделя) методами.

Основная часть

Для управления работы КМЭУ применяют режим реального времени, сущность которого можно объяснить с помощью графиков (рис. 1).

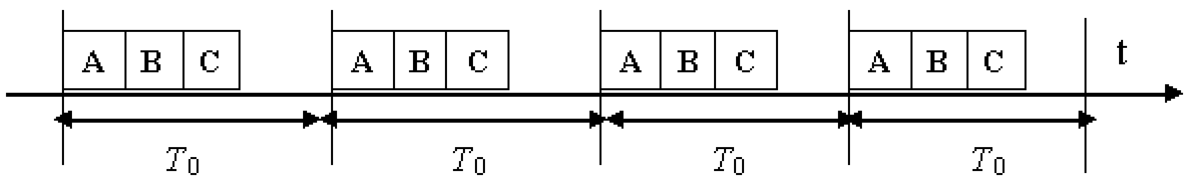

Рис. 1. Диаграмма работы МК в режиме реального времени

Согласно графику МК работает с заданным темпом, циклически повторяя выполнение программ: А – ввода данных, В – обработки данных, С – вывода результатов обработки на индикатор и устройство управления.

Основной недостаток такого способа работы МК заключается в том, что после выполнения программы С, МК обязательно должен простаивать, ожидая прихода очередного временного сигнала с интервалом для его переключения в режим А. В противном случае, временной сигнал переключения с интервалом придёт тогда, когда МК выполняет программу С, а это будет означать, что МК не справляется с работой в режиме реального времени.

С другой стороны, систематические простои МК являются экономическим расточительством вычислительных ресурсов. Для повышения экономической эффективности целесообразно организовать работу МК в многозадачном режиме реального времени, как это показано на рис. 2. На диаграмме (рис. 2) показана работа МК с тремя темпами выполнения вычислительных задач.

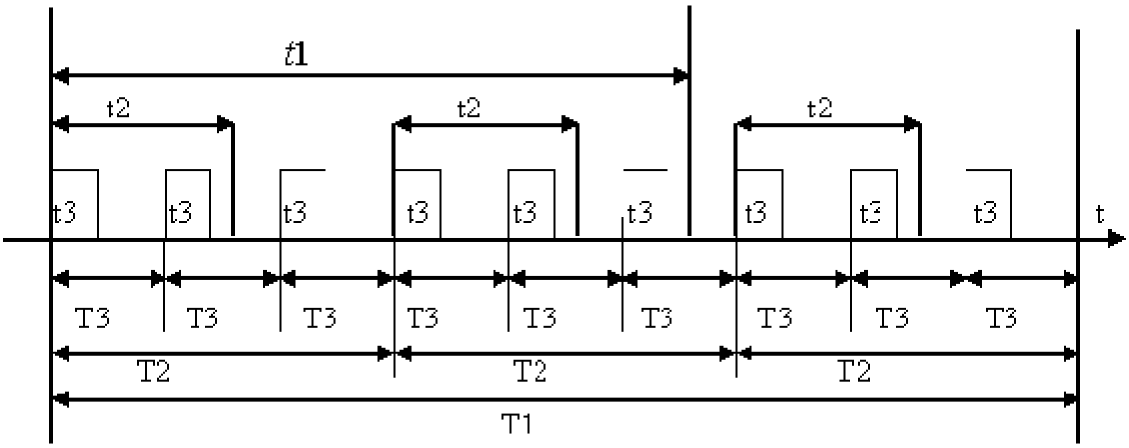

Рис. 2. Диаграмма работы МП в режиме реального времени с тремя темпами

В соответствии с диаграммой (рис. 2) МК работает в трех темпах выполнения вычислительных задач. При этом с темпом T_3 выполняются задачи за время t_3, с темпом T_2, - соответственно, за время t_2, после того, как выполнялись задачи с темпом T_3, а с темпом T_1 выполняются задачи за время t_1, после того как выполнились задачи с темпами T_3 и T_2. Между темпами T_1, T_2, T_3 существуют постоянные соотношения:

$$\left.\begin{aligned} n &= T_1 / T_2 \\ m &= T_2 / T_3 \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

На основании диаграммы (рис. 2) и соотношений (1) можно определить следующие зависимости:

1 - $(T_3 - t_3) \times m$ - резерв времени для работы МП с темпами T_2 и T_1;

2 - $(T_3 - t_3) \times m \times n + (T_2 - t_2) \times n$ – резерв времени для работы МП с темпом T_1;

3 - $(T_3 - t_3) \times m \times n + (T_2 - t_2) \times n + T_1 - t_2$ - свободное неиспользуемое время.

В общем виде, функцию неиспользуемого резерва времени можно записать:

$$F(t_1, t_2, t_3) = T_3 \times m \times n - t_3 \times m \times n - t_2 \times n - t_1 > 0 \qquad (2)$$

Функция $F(t_1, t_2, t_3)$ должна быть всегда положительной. В противном случае МП не будет справляться с работой в режиме реального времени.

Резерв $R(t_1, t_2, t_3)$ реального времени можно записать и в таком виде:

$$R(t_1, t_2, t_3) = T_1 - t_3 \times m \times n - t_2 \times n - t_1 > 0 \qquad (3)$$

Если учитывать быстродействие МК, т.е число V операций, которые выполняются за 1 сек., а также необходимое число операций K_1, K_2, K_3, которые должны быть выполнены в сроки t_1, t_2, t_3, то неравенство (3) можно записать в следующем виде:

$$R(K_1, K_2, K_3) = V \cdot T_1 - K_3 \times m \times n - K_2 \times n - K_1 > 0 \qquad (4)$$

С помощью формулы (2), которая определяет функцию $F(t_1, t_2, t_3)$, можно составить номограмму (рис. 3).

Номограмма (рис. 3) позволяет наглядно определить оптимальный процесс загрузки МП в режиме реального времени. Если, например, МК занят в течении времени $t22*$ работой с темпом T_2 и на протяжении времени $t32*$ работой с темпом T_3, то в режиме реального времени T_1 он может работать не больше, чем интервал $t13$.

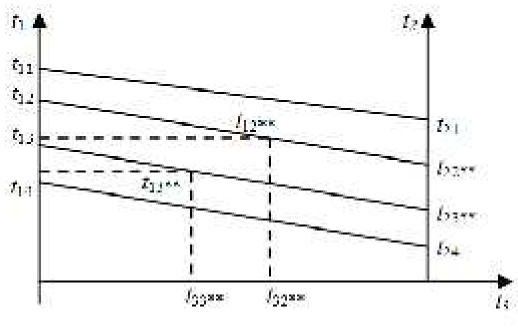

Рис. 3. Номограмма оценок интервалов t_1, t_2, t_3 выполнения задач в МК в режиме реального времени

Предложенный метод определения необходимой загрузки МК, который работает с тремя темпами работы T_1, T_2, T_3 в соответствии с номограммой (рис.3), можно расширить путем увеличения необходимых темпов T_i работы в режиме реального времени способом эшелонирования.

Рис. 4 дополняет рис. 2, с помощью этого рисунка показана возможность увеличения числа темпов работы от трех (T_1, T_2, T_3) до пяти $(T_1, T_2, T_3, T_4, T_5)$. Темп T_1 содержит темпы T_2, T_3.

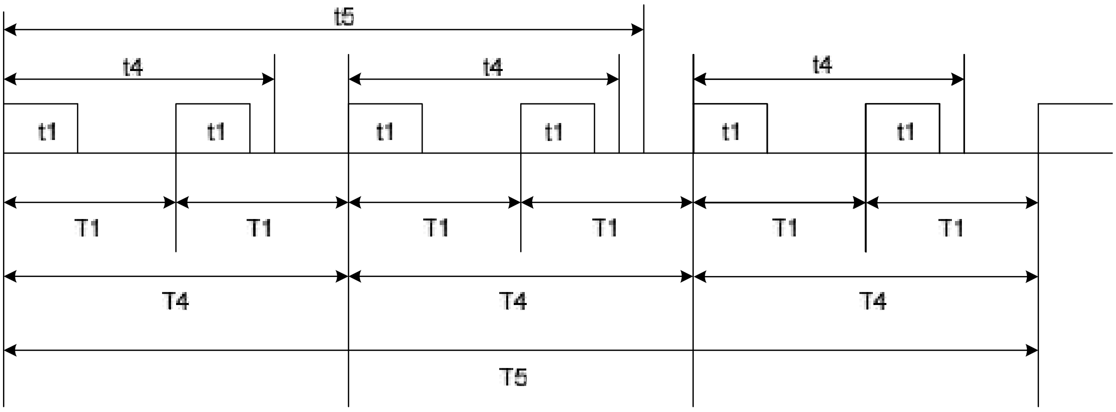

Рис. 4. Диаграмма возможности расширения числа темпов работы с трех до пяти в режиме реального времени

При этом соотношения (2) можно легко расширить с целью учета темпов T_4 и T_5, соответственно формуле:

$$F(t_1, t_2, t_3, t_4, t_5) = T_3{}^{mn} m_1 n_1 - t_3{}^{mn} m_1 n_1 - t_2{}^{n} m_1 n_1 - t_1 m_1 n_1 - t_1 n_1 - t_3 > 0 \quad (5)$$

где m_1, n_1 - коэффициенты соотношения между темпами T_4 и T_5, соответственно выражений:

$$m_1 = T_4 / T_1$$

$$n_1 = T_5 / T_4.$$

Аналогично номограмме (рис.3), можно составить номограмму оценок интервалов времени t_1, t_4, t_5 решения задач МК в режиме реального времени. В соответствие с новой номограммой можно определить зависимость времени работы t_5, если заданы интервалы работы t_1, t_4.

Потом на втором этапе эшелонирования в соответствии с номограммой (рис.3) можно определить временные интервалы t_2, t_3.

Такой метод эшелонирования поиска оптимальной загрузки МК является точным, но сложным и недостаточно удобным.

Из курса алгебры [1] известно такое важное понятие, как квадратичная форма (КФ), которую можно представить формулой:

$$K\Phi = \left| f_3 \cdot f_2 \; f_1 \right| \cdot T \cdot \begin{vmatrix} f_3 \\ f_2 \\ f_1 \end{vmatrix}, \quad (6)$$

где $\left| f_3 \cdot f_2 \; f_1 \right|$ - вектор частот потоков требований для работы МК в одном из трех соответствующих режимов; T - квадратная матрица вида:

$$T = \begin{vmatrix} T_3 - t_3 & \frac{t_2}{m} & \frac{t_1}{nm} \\ m\,t_3 & T_2 - t_2 & \frac{t_1}{n} \\ m\,nt_3 & n\,t_2 & T_1 - t_1 \end{vmatrix} \quad (7)$$

Известно [2], что КФ (6) может иметь минимальное значение $K\phi_{min}$, если матрица T положительно определена. Это будет иметь место тогда, когда определитель матрицы T будет положительным. В свою очередь, этот определитель $|T|$ может быть положительным при выполнении условия, когда в каждой строке диагональный элемент матрицы T будет больше суммы недиагональных элементов, т.е.

$$\left.\begin{aligned} T_3 - t_3 &> \frac{t_2}{m} + \frac{t_1}{nm} \\ T_2 - t_2 &> m\,t_3 + \frac{t_1}{n} \\ T_1 - t_1 &> m\,nt_3 + n\,t_2 \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

При выполнении условия (8) легко найти минимальное значение квадратичной формы (6).

Например, метод Гаусса-Зейделя [1,3] последовательного перебора в пространстве изменений аргументов $f_1, f_2, ..., f_n$ можно составить алгоритм и определить экстремальное значение в соответствии с задачи оптимальной загрузки МК работающего в режиме реального времени, с реальными темпами работы.

Выводы

1. Результаты исследования показывают, что как графический, так и классический методы имеют свои положительные и отрицательные стороны выбора оптимального режима работы МК.

2. Графический метод является трудоемким, с помощью такого метода не всегда удается найти наиболее оптимальный режим работы. Этот метод целесообразно применять в таких условиях, когда мало разных темпов работы МК.

Классический метод позволяет автоматизировать процесс решения задачи с помощью компьютера, но при этом может иметь место недостаточная точность выбора оптимального режима работы МП, т.е. могут иметь место нежелательные несовпадения режимов работы.

Список литературы

1. *Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров). - М.: Наука, 1977. - 832 с.*
2. *Ефимов. Н.В. Квадратичная форма и матрицы. - М.: Наука, 1972. – 160 с.*
3. *Мудров А.Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. – Томск: МП «РАСКО», 1991. – 272 с.*

Поступила в редколлегию 05.12.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Л.Н. Беркман, Государственный университет телекоммуникаций, Киев.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИОРИТЕТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В КОМПЛЕКСАХ МАЛОМОЩНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Аль-Аммори Али, В.Д. Цветков

Предлагаются два способа решения задачи оптимальной загрузки микроконтроллера в режиме реального времени: Графический метод последовательного выбора вариантов работы микроконтроллера с несколькими темпами в режиме реального времени и классический метод на основании выбора методом Гаусса-Зейделя оптимального значения квадратичной формулы из ряда ее экстремальных значений.

***Ключевые слова:** графический метод, метод Гаусса-Зейделя, способ эшелонирования.*

ORGANIZATION OF PRIORITY SERVICE IN COMPLEXES LOW-POWER ENERGY PLANTS

Al-Ammouri Ali, V.D. Tsvetkov

There are two ways to solve the problem of optimal load the microcontroller in real time: graphical method of successive choices of the microcontroller with several rates in real time and the classical method based on the choice of the Gauss-Seidel method of optimal values of the quadratic formula from a number of its extreme values.

***Keywords:** graphical method, the Gauss -Seidel method, the method of separation.*