

TIMERS BUILT INTO MICROCONTROLLERS

Boris Podlepetsky

Moscow Institute of Engineering and Physics

Metinqulov Javlon Tulqin o'g'li

Jizzakh Polytechnic Institute

Abstract. An experimental study on the current consumption of timers embedded into microcontrollers is presented in this work. The study is carried out in two commercial microcontrollers (MSP430FR5969 and ATtiny2313) and the experimental results are compared with the scarce data provided in their datasheets. The sensitivity (expressed in $\mu\text{A}/\text{MHz}$) reported in the datasheet seems to be only applicable if the frequency divider of the timer equals one. Otherwise, such a sensitivity is lower but there is a significant offset component, leading to a higher power consumption at the same operating frequency. The knowledge extracted from this work is expected to provide guidelines to better use embedded timers in low-power sensor applications.

Keywords. Autonomous sensor, current consumption, lowpower electronics, microcontroller, digital timer.

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЛАРГА О'РНАТИЛГАН ТАЙМЕРЛАР.

Борис Подлепецкий

Московский инженерно-физический институт

Metinqulov Javlon Tulqin o'g'li

Jizzax politexnika instituti assisent

Annotatsiya - Ushbu ishda mikrokontrollerlarga o'rnatilgan taymerlarning joriy iste'moli bo'yicha eksperimental tadqiqot taqdim etilgan. Tadqiqot ikkita tijorat mikrokontrollerlarida (MSP430FR5969 va ATtiny2313) olib boriladi va eksperimental natijalar ularning ma'lumotlar varaqlarida keltirilgan kam ma'lumotlar bilan taqqoslanadi. Ma'lumotlar jadvalida bildirilgan sezgirlik

($\mu\text{A}/\text{MGts}$ da ifodalangan) faqat taymerning chastota bo'luvchisi bittaga teng bo'lsa, amal qiladi. Aks holda, bunday sezgirlik pastroq, lekin bir xil ish chastotasida yuqori quvvat sarfiga olib keladigan sezilarli ofset komponenti mavjud. Ushbu ishdan olingan bilimlar kam quvvatli sensor ilovalarida o'rnatilgan taymerlardan yaxshiroq foydalanish bo'yicha ko'rsatmalar berishi kutilmoqda.

Kalit so'zlar - Avtoboshqariluvchi sensor, oqim iste'moli, kam quvvatli elektronika, mikrokontroller, raqamli taymerlar.

ТАЙМЕРЫ, ВСТРОЕННЫЕ В МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

Борис Подлепецкий

Московский инженерно-физический институт

Метинкулов Жавлон Тулқин ўғли

Джизакский политехнический институт

Абстракт. В данной работе представлено экспериментальное исследование тока потребления таймеров, встроенных в микроконтроллеры. Исследование проводится на двух коммерческих микроконтроллерах (MSP430FR5969 и ATtiny2313), а результаты экспериментов сравниваются с скудными данными, представленными в их даташитах. Чувствительность (выраженная в $\text{A}/\text{MGц}$), указанная в таблице данных, по-видимому, применима только в том случае, если делитель частоты таймера равен единице. В противном случае такая чувствительность ниже, но присутствует значительная составляющая смещения, приводящая к более высокому энергопотреблению на той же рабочей частоте. Ожидается, что знания, полученные в результате этой работы, дадут рекомендации по более эффективному использованию встроенных таймеров в маломощных датчиках.

Ключевые слова. Автономный датчик, ток потребления, маломощная электроника, микроконтроллер, цифровой таймер.

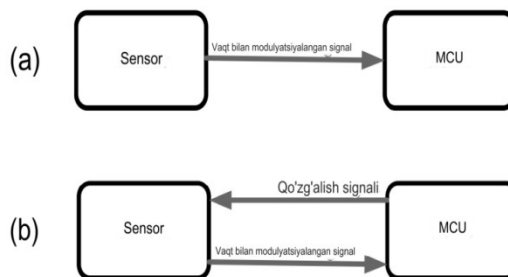
Микроконтроллер блоки (MCU) электрон asboblarda keng qo'llaniladigan arzon dasturlashtiriladigan protsessorga asoslangan raqamli integral mikrosxemadir [1]. Aslida, MCU-ni aqlli sensor tizimining asoschisi deb hisoblash mumkin. U har xil turdagi vazifalarni rejalashtirish va bajarish uchun mas'uldir, masalan: ma'lumotlarni yig'ish, ichki yoki tashqi xotiraga saqlash, ma'lumotlarni qayta ishlash, boshqa qurilmalar bilan aloqa qilish va ko'rsatish. Ushbu vazifalarni bajarish uchun MCU o'rnatilgan uchta asosiy blokga ega [2]: 1) markaziy blok ko'rsatmalarni ketma-ket bajaradigan ishlov berish bloki (CPU); 2) bajariladigan ko'rsatmalar va ishlov beriladigan ma'lumotlarni saqlaydigan xotira; va 3) protsessor faoliyati bilan parallel ravishda harakatlarni amalga oshiradigan tashqi qurilmalar. Periferik qurilmalar raqamli (masalan, raqamli taymer), analog (masalan, analog taqqoslagich) yoki aralash (masalan, analog-raqamli konvertor, ADC) bo'lishi mumkin. Taymerlar birlashtirilgan eng mashhur raqamli tashqi qurilmalardir.

MCU-larga kiradi va quyidagi uchta holatda misol sifatida sensor ilovalarida muhim rol o'ynaydi:

1) Yarimo'tkazgichlar bozori vaqt bo'yicha modulyatsiyalangan chiqish signalini (ya'ni davri, chastotasi yoki ish aylanishi o'lchanadigan kattalik bilan modulyatsiya qilingan signal) ta'minlaydigan ko'plab o'rnatilgan sensorlarni taklif qiladi, ularni raqamli taymer [3] orqali o'lchash kerak, rasmda ko'rsatilganidek. 1(a). Ushbu tijorat sensorlariga misollar: ADXL202E, S9705, TMP03/04, MAX6576/6577, ular mos ravishda tezlashtirish, yorug'lik va haroratni (oxirgi ikkita model) o'lchash uchun mo'ljallangan.

2) Klassik analog datchiklar (masalan, rezistiv, sig'imli va induktiv sensorlar) ko'pincha interfeys davrlariga (masalan, osilator) ulanadi, ular ham vaqt bilan modulyatsiyalangan chiqish signalini ta'minlaydi [4]. Buning o'ziga xos holati to'g'ridan-to'g'ri sensordan MCUga interfeys sxemasi kontseptsiyasidir, bu erda

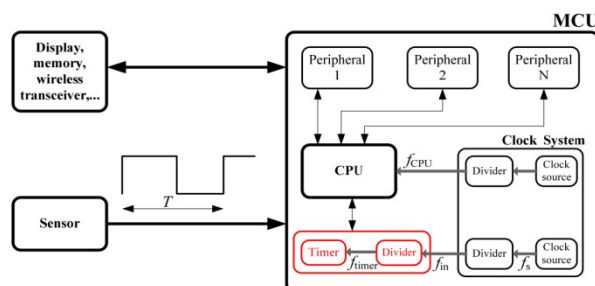
MCU sensorni qo'zg'atadi va bu qarshilik [5],[6], sig'im haqida ma'lumotga ega bo'lgan vaqtli signal beradi yoki induktivlik datchik, 1(b)-rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm. ADCni talab qilmasdan to'g'ridan-to'g'ri MCUga ulangan vaqt bo'yicha modulyatsiyalangan chiqish signalini ta'minlovchi sensor.

3) Avtonom sensorlarda tugun odatda ma'lumotlarni sezish va uzatish uchun vaqti-vaqti bilan uyg'onadi, qolgan vaqt esa energiyani tejash uchun faol emas [7]. Bunday hollarda, taymer (kam quvvat rejimida ishlaydigan, LPM) tizimni faollashtirish va ma'lum bir davriylik bilan o'lchashni amalga oshirish uchun protsessorga uzilish signalini ishlab chiqarish uchun javobgardir.

Hozirgi vaqtda MCU-ga asoslangan o'lchash tizimlari batareyalarning ishlash muddatini uzaytirish uchun kam quvvatga ega bo'lishi kutilmoqda [1]. Shuning uchun, taymerlar yuqorida ko'rsatilgandek o'lchashda to'liq ishtirok etishini hisobga olsak, taymerning quvvat joriy iste'moli haqidagi ma'lumotlar muhim ahamiyatga ega. Afsuski, MCU ma'lumotlar jadvallarida bu haqda ko'p ma'lumotlar berilmaydi va ko'pincha ma'lumotlar, masalan, PIC24F oilasida bo'lgani kabi, nol bo'ladi.



2-rasm. Vaqt bilan modulyatsiyalangan chiqish signalini ta'minlaydigan sensor uchun MCU-ga asoslangan o'lchash tizimining blok diagrammasi.

2-rasmda davri, chastotasi, taymer oralig'i yoki ish aylanishi o'lchanadigan kattalik bilan modulyatsiya qilinadigan chiqish signalini ta'minlovchi sensor uchun MCU-ga asoslangan o'lchash tizimining blok diagrammasi ko'rsatilgan. MCU o'rnatilgan raqamli taymer yordamida sensorning chiqish signalini o'lchaydi va keyin tegishli raqamli ma'lumotlarni displeyga, tashqi xotiraga va/yoki qabul qiluvchiga yuboradi[8].

Adabiyotlar

1. F. Reverter, "Toward non-CPU activity in low-power MCU-based measurement systems," IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 69, no. 1, pp. 15-17, Jan. 2020.

2. F. Reverter and M. Gasulla, "Experimental characterization of the energy consumption of ADC embedded into microcontrollers operating in low power," in Proc. IEEE Int. Instrum. Meas. Technol. Conf., Auckland, New Zealand, 20-23 May 2019.

3. Metinqulov, J. T. (2024). BIR FAZALI INVERTORLARDA KUCHLANISHNI NAZORAT QILISH.

4. Metinqulov, J. T. (2024). VOLTAGE CONTROL IN SINGLE-PHASE INVERTERS. Modern Science and Research, 3(1), 82-87.

5. Metinqulov, J. T. (2024). LIQUID CRYSTALLINE ON DISPLAY DATA RELEASE. Modern Science and Research, 3(1), 57-60.

6. Metinqulov, JT (2024). ATMEL ATMEGA48, ATMEL ATMEGA88 VA ATMEL ATMEGA168 MIKRONATROLLERLARNI TAQSISH. Zamonaviy fan va tadqiqotlar , 3 (1), 61-67.

7. Metinqulov, JT (2024). MIKROPROTSESSORI KP580VM80A ISHLASH PRINSIPI. Nauchnyy Fokus , 1 (9), 29-32.

8. Метинкулов, Ж. (2023). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЕМ. SCIENTIFIC APPROACH TO THE MODERN EDUCATION SYSTEM, 2(20), 149-156.