LPADC數據超標喚醒MCU

NuMicro® 32 位元系列微控制器範例代碼介紹

檔資訊

應用簡述	M2L31 系列的 MCU 在休眠狀態下 LPADC 自主工作、定期採樣，並且每次與設定閾值比較，若數值超標就喚醒 MCU，否則不喚醒 MCU。
BSP 版本	M2L31_Series_BSP_CMSIS_V3.01.000
開發平臺	NuMaker-M2L31KI V2.1

The information described in this document is the exclusive intellectual property of Nuvoton Technology Corporation and shall not be reproduced without permission from Nuvoton.

Nuvoton is providing this document only for reference purposes of NuMicro microcontroller and microprocessor based system design. Nuvoton assumes no responsibility for errors or omissions.

All data and specifications are subject to change without notice.

For additional information or questions, please contact: Nuvoton Technology Corporation.

www.nuvoton.com

1. 概述

M2L31 有一些周邊在 MCU 休眠狀態仍可保持工作，如 LPTimer、LPADC 和 LPUART 等。本常式配置 LPTimer 週期性的觸發 LPADC 啟動轉換，轉換結果若超標就喚醒 MCU、代碼處理後續事情；轉換結果若不超標，MCU 保持休眠狀態。此代碼實現了在最低功耗下保持對感測器的監測。

1.1 原理

配置 M2L31 的 LPTIMER 為週期計數模式，在 NPD4 休眠模式保持工作，溢出時觸發 LPADC 啟動轉換。

配置 M2L31 的 LPADC 在 NPD4 休眠模式保持工作，並 LPADC 資料每次與指定閾值比較，超標就喚醒 NPD4 模式下的 MCU。

1.2 執行結果

如果 LPADC 資料超過指定值（代碼中是 2048），MCU 被喚醒，PC14 上的紅色 LED 會閃一下，然後 MCU 再次進入 NPD4 休眠模式。LPADC 資料不超標 LED 不會閃。

可將 LPADC 輸入引腳 PB2 連到 VDD 或地，觀察紅色 LED 是否閃爍，或用示波器測量 LED 控制引腳 PC14 的波形，驗證代碼執行正常。可用微安表測量 LED 不閃時 MCU 的電流，詳見第 3 章連接圖。

2. 代碼介紹

為進一步降低功耗，CPU 時鐘使用 MIRC 並配置為 1 MHz，LPTimer0 和 LPADC 的時鐘也使用 MIRC。

LPADC 的初始化代碼如下，前三句配置 LPADC 單端模式，由 LPTimer0 觸發啟動轉換。中間兩句配置 LPADC 的數值比較器，數值超過 0x800 後喚醒 MCU。最後兩句使能中斷。

```
void LPADC_Init(void)
{
    SYS->VREFCTL |= SYS_VREFCTL_VBGFEN_Msk;

    /* Enable LPADC converter */
    LPADC_POWER_ON(LPADC0);

    LPADC_Open(LPADC0, LPADC_ADCR_DIFFEN_SINGLE_END, LPADC_ADCR_ADMD_SINGLE, BIT2);

    /* LPTMR0 triggered */
    LPADC_SelectAutoOperationMode(LPADC0, LPADC_AUTOCTL_TRIGSEL_LPTMR0);

    LPADC_ENABLE_CMP0(LPADC0, 2, LPADC_ADCMPR_CMPCOND_GREATER_OR_EQUAL, 0x800, 1);

    /*Enable LPADC wakeup */
    LPADC0->AUTOCTL |= LPADC_AUTOCTL_CMP0WKEN_Msk;

    /* Enable interrupt bit */
    LPADC_ENABLE_INT(LPADC0, LPADC_CMP0_INT);

    /* Enable NVIC */
    NVIC_EnableIRQ(LPADC0_IRQn);
}
```

LPADC 如果被喚醒，還需要把喚醒標誌清除為 0，才能再次進入休眠模式。此代碼在中斷裡。

```
void LPADC0_IRQHandler(void)
{
    /* Clear wakeup flag */
    LPADC0->AUTOSTS = 7;

    /* Clear interrupt flag */
    LPADC0->ADSR0 = 7;
}
```

Main 函數裡配置完時鐘和引腳，配置了 LPTimer0，修改 LPTimer0 計數值就可改變 LPADC 的資料流程快慢，最後 LED 閃兩下，表明代碼在執行了，後面 LPADC 資料若不超標 LED 就不會再亮。

```
int32_t main(void)
{
      ……

    /* 1MHz/2500 = 400sps,  8MHz/625 = 12.8Ksps */
    LPTMR0->CMP = 2500 - 1;
    LPTMR0->TRGCTL = LPTMR_TRGCTL_TRGEN_Msk;
    LPTMR_Start(LPTMR0);

    LPADC_Init();

    GPIO_ReInit();
    GPIO_SetMode(PB, BIT2,  GPIO_MODE_INPUT);
    GPIO_SetMode(PC, BIT14, GPIO_MODE_OUTPUT);

    /* LED flashes 2 times indicating MCU restart */
    PC14 &= ~1;

    for (Cnt = 0; Cnt < 50;  ++Cnt)  __NOP();

    PC14 |= 1;

    for (Cnt = 0; Cnt < 50000; ++Cnt)__NOP();

    PC14 &= ~1;

    for (Cnt = 0; Cnt < 50;  ++Cnt)  __NOP();

    PC14 |= 1;

    SYS_ENABLE_LVR();
    SYS_DISABLE_BOD();
    SYS_DISABLE_POR();

    /* NPD013 & SPD0 need this */
    SYS_SetPowerLevel((0x2UL << SYS_PLCTL_PLSEL_Pos));
    CLK_SetPowerDownMode(CLK_PMUCTL_PDMSEL_NPD4);

    while (1)
    {
        CLK_PowerDown();
        PC14 &= ~1;

        /* LED light about 20us when MIRC = 1MHz */
        for (Cnt = 0; Cnt < 5;  ++Cnt) __NOP();

        PC14 |= 1;
    };
}
```

主迴圈裡讓 MCU 進入休眠,若被喚醒就讓 LED 亮 20us，能目測到一點亮光，示波器能測到波形。

3. 軟體與硬體需求

3.1 軟體需求

- BSP 版本
  - M2L31_Series_BSP_CMSIS_V3.01.000
- IDE 版本
  - Keil uVersion 5.28

3.2 硬體需求

- 電路元件
  - NuMaker-M2L31KI V2.2
- 線路示意圖
  - 將 PB2 連到 VDD，紅色 LED 會因 LPADC 資料超標連續閃爍，PB2 接地 LED 不會閃。

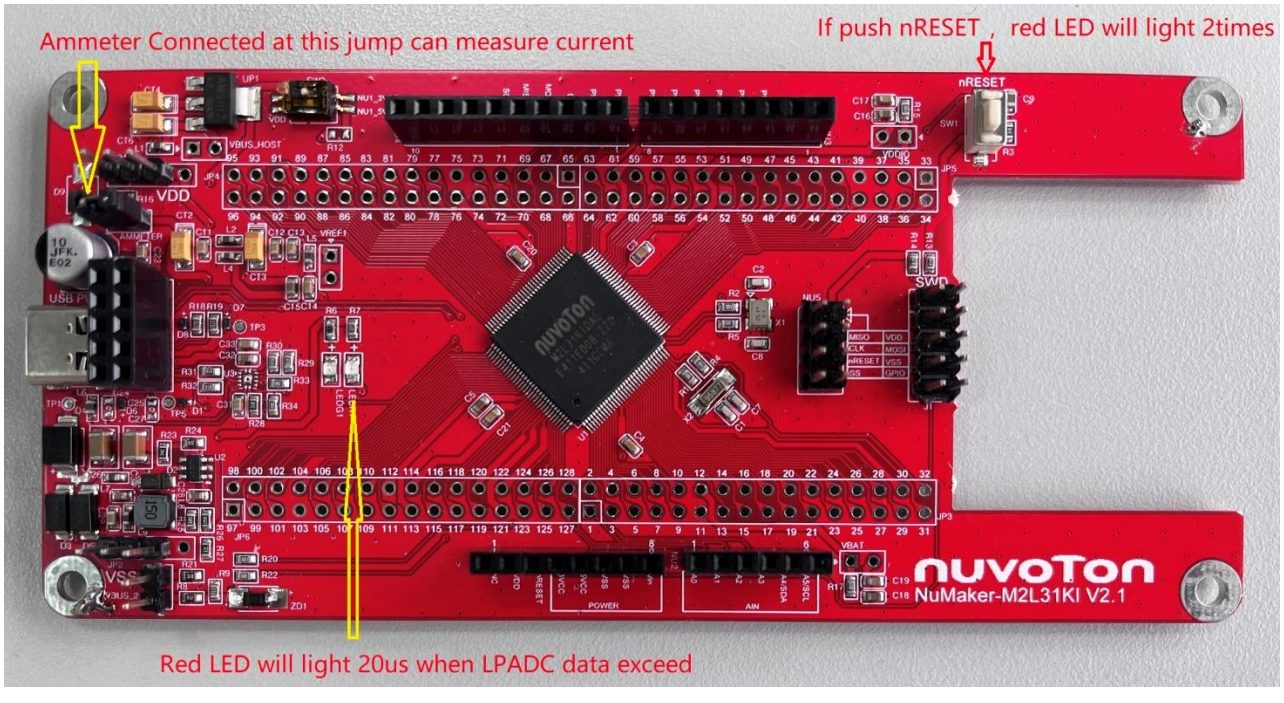

圖 3-1 線路示意圖

4. 目錄資訊

EC_M2L31_LPADC_ResultMonitor_Wakeup_NPD4_V1.00	
Library	Sample code header and source files
CMSIS	Cortex® Microcontroller Software Interface Standard (CMSIS) by Arm® Corp.
Device	CMSIS compliant device header file
StdDriver	All peripheral driver header and source files
SampleCode	
ExampleCode	
Project	Source file of example code

圖 4-1 目錄資訊

5. 常式執行

1. 根據目錄資訊章節進入 ExampleCode 路徑中的 KEIL 資料夾，按兩下 *EC_M2L31_LPADC_ResultMonitor_Wakeup_NPD4.uvprojx*。

2. 進入編譯模式介面

   - 編譯
   - 下載代碼至記憶體
   - 按復位執行代碼

6. 修訂紀錄

Date	Revision	Description
2024.06.6	1.00	初始發佈。

Important Notice

Nuvoton Products are neither intended nor warranted for usage in systems or equipment, any malfunction or failure of which may cause loss of human life, bodily injury or severe property damage. Such applications are deemed, "Insecure Usage".

Insecure usage includes, but is not limited to: equipment for surgical implementation, atomic energy control instruments, airplane or spaceship instruments, the control or operation of dynamic, brake or safety systems designed for vehicular use, traffic signal instruments, all types of safety devices, and other applications intended to support or sustain life.

All Insecure Usage shall be made at customer's risk, and in the event that third parties lay claims to Nuvoton as a result of customer's Insecure Usage, customer shall indemnify the damages and liabilities thus incurred by Nuvoton.

Please note that all data and specifications are subject to change without notice.
All the trademarks of products and companies mentioned in this datasheet belong to their respective owners.