

## דו"ח מכין, מעבדה מס' 5 – Basic and Advanced Timers

**מגישים:** אסף קמבר (313390429) ואביב פרימור (208488973)

### חלק תיאורתי – Basic Timer

1. **רשום את ערך רגיסטר BTCTL לצורך ביצוע פסיקה במרווחי זמן של 1sec.**  
**תשובה:**  $BTCTL=00100110=0x26$ .
2. **מהו ערכם של הרגיסטרים BTCNT1 ו-BTCNT2 לאחר שנייה זו?**  
**תשובה:**  $BTCTL=00100110=0x26$ ,  $BTCT2=01000000=0x40$  ( $2^7 = 128$ ).  
 $BTCT1=0x00$ .
3. **הסבר את שני אופני העבודה של הטיימר Basic Timer1. ואת היתרון של כל אחד מהם.**  
**תשובה:** שני אופני העבודה של הטיימר הם:  
**8-bit** – שני טיימרים באורך 8 ביטים. היתרון בשיטה זו היא שנוכל לעבוד עם שני מקורות שונים עבור הטיימר במקביל – למשל נוכל לקנפג ACLK בטיימר הראשון ו-SMCLK או ACLK:256 בטיימר השני.  
**16-bit** – שרשור של שני טיימרים באורך 8 ביט כך שתדר השעון של הטיימר ה-LSB הוא ACLK:256 ושל הטיימר ה-MSB הוא ACLK, במצב זה נוכל לבחור לעבוד עם תזמוני פסיקה נוחים (כפולות של שנייה), בעזרת בחירת ערך הביט BTIPx.
4. **רשום את ערך רגיסטר BTCTL לצורך ביצוע פסיקה במרווחי זמן של 8usec (הכי קרוב שאפשר).**  
**תשובה:**  $BTCTL=10000010=0x82$ .
5. **הסבר כיצד פועלת פסיקת Basic Timer1 ועל הצורך בה.**  
**תשובה:** בעת פסיקה נקרא וקטור הפסיקה BASICTIMER\_VECTOR, דגל פסיקה BTIFG עולה ל'1' כאשר ערך הטיימר מגיע למרווח הזמן המוגדר בביטים BTIPx ויורד ל'0' אוטומטית בכניסה ל-ISR. בכדי לאפשר פסיקה עלינו לקבוע אפשר מקומי '1' BTIE וגלובלי '1' GIE. הצורך בפסיקה בטיימר הוא לבצע פסיקות באופן מחזורי לפי בחירתנו, עירור ויציאה ממצב שינה ויצירת השהייה שפועלת במקביל לעבודת ה-CPU.

6. **באופן העבודה של שני טיימרים נפקדים בגודל 8-bit.**  
נתונים:  $BTIP=0x7, clk2=SMCLK, clk1=ACLK$   
**חשב והסבר, בכמה מתקדם הערך BTCNT1 בין פסיקות עוקבות של הטיימר.**  
**תשובה:** מכיוון ש'7' BTIP, מרווח הזמן לבקשת פסיקה הינו 2 שניות, נחשב את התדר:  
$$F_{clk} = \frac{S_{mclk}}{Q_7} = \frac{2^{20}}{2^8} = 2^{12} (Hz)$$
  
נחשב כמה התקדם ערך הטיימר הראשון בין פסיקות:

$$BTCNT1 = \frac{A_{clk}}{F_{clk}} = \frac{2^{15}}{2^{12}} = 8$$

### חלק תיאורתי – Advanced Timers

1. **מנה מס' אפליקציות שניתן לבצע בעזרת Timer\_B.**  
**תשובה:** - מניית מחזורי שעון ובקשת פסיקות במרווחי זמן שווים בערך מוגדר מראש, לכידת ערך הטיימר, יצירת אות 'PWM' קביעת תדר עבודה משתנה ואפשרות לתכנות גודל הטיימר בהתאם.
2. **מנה את אופני העבודה של Timer\_B.**  
**תשובה:** א. **Stop** - עצירת השעון.  
ב. **Up** - הטיימר מבצע מנייה מערך 0 ועד לערך הכתוב ברגיסטר TBCL0 ומתאפס.

ג. **Continuous Mode** - הטיימר מבצע מנייה עד לערך TBRMAX - ואז מתחיל מנייה מההתחלה.

ד. **Up/Down Mode** - הטיימר מבצע מנייה מעלה מאפס ועד לערך שכתבנו ברגיסטר TBCCR0 ואז מבצע מנייה מטה עד לאפס וחוזר חלילה.

### 3. מה המשמעות ומטרה השימוש של אופן Capture ואופן Compare.

**תשובה: Capture** - אופן זה מאפשר לכידת ערך הטיימר TBR באחד מ-7 הרגיסטרים בהינתן טריגר של אות חיצוני ברגל הבקר, המתאימה לרגיסטר שבחרנו ובקשת פסיקה. צורת לכידת הטריגר נקבעת ע"י 2 הביטים CMx. מטרת השימוש באופן זה היא למדידת זמני חישוב (למשל של קטע קוד) ומשך זמן בין טריגרים.

**Compare** - אופן זה מאפשר בקשת פסיקה כאשר ערך הטיימר TBR יגיע לערך שכתבנו באחד מ-7 הרגיסטרים, כאשר מטרת השימוש באופן זה היא לצורך יצירת אותות PWM במוצא רגלי הבקר וליצירת פסיקות במרווחי זמן נדרשים.

### 4. הסבר מהי מטרת יחידת Output Unit ומה היתרון שלה?

**תשובה:** המטרה של יחידה זו היא לקבוע אופן פעולה עבור יצירת האותות PWM של המודול. ניתן לייצר אותות בעלי DUTY CYCLE משתנה ע"י הגדרת ערך ביטי OUTMODx ברגיסטר TBCCTLx.

### 5. הסבר רעיונית, כיצד ניתן למנות תדר לא ידוע של שעון חיצוני המחובר למעבד?

**תשובה:** שימוש ב-Capture ע"י לכידת המונים של שעוני מעטפת שונים, וחלוקת ערך המונה בהפרשי זמני השעון שלכדנו.

### 6. כאשר Timer\_B מוזן ע"י ACLK (32768) והוא מקונפג ל-Compare Mode מהו ערך הרגיסטר TBCCR0 לצורך אפסור פסיקה של פעם בשנייה?

**תשובה:** על מנת לקבל פסיקה של שנייה נצטרך לקבוע ערך שערכו מתאים לתדר ACLK המזין את הטיימר, כלומר אם נרצה זמן מחזור שיהיה שנייה אחת, נרצה לקבוע:

$$TBCCR0 = ACLK = 2^{15}$$