

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

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

- 1. הסבר את המושג analog signal chain ואיך הבקר קשור לכך.**
תשובה: המושג מתאר את התהליך מרגע מדידה של אות ועד להמתתו לאות של מתח אנאלוגי, מתואר בשלבים הבאים:
- בעזרת חיישנים מתבצעת מדידה של תופעה פיסיקאלית והמתתה למתח רציף.
- המתח הרציף מומר לבקר דרך מודול ADC12 למספר בינארי בעל 12bit שעליו ניתן לבצע עיבוד נתונים.
- המידע המעובד הינו דיגיטלי המועבר למודול חומרתי בשם DAC12 הממיר אותו לאות מתח "אנאלוגי" המהווה המוצא של הבקר.
- 2. הסבר במילים את המושגים הבאים וההבדל ביניהם:**
תשובה: **Signal Analog** – אות רציף בציר הזמן ובציר המתח המורכב מערכים רציפים. כל מקטע זמן מורכב מאינסוף נקודות.
Sampled Signal – אות בדיד בציר הזמן ורציף בציר המתח. אות מתמטי שמחושב ע"י רכבת הלמים במחזור Ts (מחזור הדגימה) הקובע את מספר הנקודות לכל מקטע זמן שנבחר. תדר הדגימה יהיה $1/Ts$.
Quantized Signal – אות רציף בציר הזמן ובדיד בציר המתח. בעזרת אות זה מחלקים את מרווח המתח הכולל לחלקים שווים. גודל החלוקה נקבע על פי כמות הסיביות הנתונה, עבור m סיביות נקבל $2^m - 1$ קטעים שווים. כל מקטע מקבל מספר שלם בגודל m ביטים המשויך לערך מתח ספציפי.
Digital Signal – אות דיגיטלי הבדיד בציר הזמן ובדיד בציר המתח. האות הינו שילוב של אות דגום ואות בדיד ולכן לכל ערך דגימה בציר הזמן קיים ערך מתאים בציר המתח.
- 3. מהם מקורות שעון ההמרה ADC12CLK ומה הצורך בכולם?**
תשובה: המקורות לשעון ההמרה הינם: ACLK, SMCLK, MCLK, ADC12OSC. מקורות אלו קובעים את משך זמן פעולת הדגימה ומשך זמן פעולת ההמרה. משך זמן זה יקבע למעשה את רמת הדיוק בדגימת האות והצגתו לאחר ההמרה.
- 4. פרט והסבר בקצרה את השיטות לקביעת מרחק בין הדגימות של מודול ADC12**
תשובה: מרחק בין דגימות מוגדר כקפיצות בציר הזמן והוא מוגדר כסכום של זמני פעולת הדגימה ופעולת ההמרה. קביעת המרחק בין 2 דגימות נקבעות ע"י ביט SHP עבור כל 16 הערוצים, ביט זה קובע את מקור האות SAMPCON והוא שולט באופן ישיר על משך זמן הדגימה ועל תזמון תחילת ההמרה (זמן ההמרה קבוע ושווה ל-13 מחזורים של ADC12CLK).
שיטה 1: SHP=0 – אות SHI שולט באופן ישיר על אות SAMPCON, אות המבצע דגימה שערכו '1' לוגי, ומתחיל פעולת ההמרה כשערכו יורד ל'0' לוגי. לכן משך זמן הדגימה במקרה זה נקבע בדיוק לפי האות SHI, ומשך זמן ההמרה קבוע כפי שציינו.
שיטה 2: SHP=1 – אות SHI משמר כטריגר לתחילת פעולה של רכיב בשם Sampling Timer הקובע את משך הדגימה השווה ל-n כפול ADC12CLK_cycles כאשר n הוא מספר בטווח של 4 עד 1024 (הנקבע ע"י הביטים SHT0x, SHT1x).
כאשר MSC=0 – אות SHI מהווה טריגר לדגימה בודדת ולכן מתאים עבור אופן עבודה של דגימה בודדת בלבד.
כאשר ביט MSC=1 – אות SHI מהווה טריגר לדגימה ראשונה ושאר הדגימות נעשות באופן אוטומטי מיד לאחר סיום המרת הדגימה הקודמת, לכן מתאים עבור שאר אופני העבודה של הדגימה.
- 5. בדוגמה 2 בקובץ Tutorial_7.2 חשב על סמך הקוד וידע תיאורטי מהו זמן מחזור הדגימה.**
תשובה: מחזור הדגימה מחושב לפי $T_s = T_{sample} + T_{convert}$ כלומר **זמן דגימה + זמן המרה**.
תדר המקור איתו אנו עובדים בקוד הינו 5Mhz וזמן המחזור הוא 0.2 מיקרו שניות. זמן הדגימה צריך להיות גדול שווה ל-5.3 מיקרו שניות.
 $SHT=8$ ולפי הטבלה זה 256 מחזורי שעון לכל זמן דגימה, כלומר 0.2 מיקרו שניות כפול 256 שזה **51.2 מיקרו שניות** עבור **זמן דגימה**. זמן ההמרה קבוע ושווה ל-13 מחזורי שעון, כלומר 0.2 מיקרו שניות כפול 13 שזה **2.6 מיקרו שניות** עבור **זמן ההמרה**. אנו מבצעים 3 דגימות לכן $T_s = 161.4$ מיקרו שניות. תדר הגל הרצוי הינו 1 קילו הרץ או 1 מילי שניות של זמן מחזור. לכן (זמן דגימה בודדת) * (זמן מחזור הדגימה) = (זמן מחזור של המערכת) \leq זמן דגימה בודדת $= 6.2$. מכיוון שיש 3 דגימות בכל מחזור, סה"כ זמן המחזור הסופי הוא 18.6.
- 6. הסבר בקצרה את 4 אופני העבודה של מודול ADC12, רשום דוגמה על הצורך בשימוש בכל אחד מהאופנים.**
תשובה: **CONSEQx = 00** – דגימה בודדת של ערוץ (Single-channel) – במצב של $SHSx=0$ נעלה את ביט ADC12SC ל'1' שיווד ל'0' באופן אוטומטי לאחר הדגימה. במצב זה דוגמים אות אחד פעם אחת בלבד. במצב של $SHSx>0$ נדרש להדליק ולכבות את ביט ENC.

CONSEQx = 01 - דגימה בודדת של סדרת ערוצים (Sequence-of-channels) – נדגום סדרת ערוצים פעם אחת בלבד באופן טורי. לאחר הורדת ביט ENC ל'0', כשהמרת הערוץ האחרון בסדרה תסתיים תתבצע עצירה. לעצירה מיידיית נאפס את CONSEQx ולאחר מכן את ENC.

CONSEQx = 10 - דגימה מחזורית של הערוץ (repeat-single-channel) – דוגמים את האות מספר פעמים, קריאת ערך הדגימה תתבצע מרגיסר ADC12MEMx המתאים ולפני שתושלם המרת הדגימה הבאה. לעצירת פעולת המרת הדגימות נורית את ENC ל-0 ולאחר שההמרה האחרונה תסתיים תתבצע עצירה.

CONSEQx = 11 - דגימה מחזורית של מספר ערוצים באופן טורי (repeat-sequence) – אנו דוגמים בצורה מחזורית סדרת ערוצים טורית. נבחר מצביע לדגימה לערוץ ע"י הביטים CSTARTADDx.

בדגימת ערוץ אחד (בודדת או מחזורית) נכתוב בביטים CSTARTADDx את מספר הרגיסטר ADC12MEMx המקושר לערוץ.

בדגימת סדרת ערוצים (בודדת או מחזורית) נכתוב בביטים CSTARTADDx את מספר הרגיסטר ADC12MEMx המקושר לערוץ הראשון בסדרה, ולערוץ האחרון בסדרה נעלה את ביט EOS ל'1' הנמצא ברגיסטר ADC12MCTLx המתאים לו. כך המצביע יתקדם באופן אוטומטי לפי סדר הרגיסטרים ADC12MEMx וכשיגיע לערוץ שאצלו ערך EOS=1 יתחיל את הסדרה שוב מהערוץ הראשון שקבענו.

7. הסבר את העיקרון והיתרון של שימוש ברגיסטר ADC12IV והצורך בשימוש בו.

תשובה: כאשר מסתיימת המרת דגימה וערך נכנס לרגיסטר המתאים מבין ADC12MEM0-ADC12MEM15, עולה דגל פסיקה מתאים ל'1' ברגיסטר ADC12IFGx, ערך נוסף נכנס לרגיסטר ADC12IV המייצג את מקור הפסיקה מתוך 18 אפשרויות (מעבר ל-16 רגיסטרי הערוצים, ישנה גם פסיקה כתוצאה מבקשה לביצוע המרה חדשה לפני שהושלמה קודמתה ופסיקה נוספת העולה כאשר ערך המרה חדשה נכתב לאחד מהערוצים לפני שקראנו את הערך הקודם). כלומר אם נעבוד אם מעל ל-2 מקורות פסיקה, נוכל לייעל את כתיבת הקוד מבחינת זמן ריצה ונוחות ע"י הוספת הערך של ADC12IV ל-PC, בשורה הראשונה של וקטור הפסיקה של ADC12, כך שנגיע לשורות קוד הרלוונטיות לטיפול במקור הפסיקה בלבד.

8. הסבר את המושג data format במודול DAC12 והצורך בשימוש בו.

תשובה: ברגיסטר DAC12_xCTL ישנו ביט DAC12DF אשר אחראי לאופן ייצוג של הערך המופיע ברגיסטר DAC12_xDAT. שני אופני הייצוג הם:
א. ייצוג חיובי (Unsigned= Straight binary) – הערכים מתחילים מ-0.
עבור רזולוציה של 12bit הערך המקסימלי יהיה 0xFFF.
עבור רזולוציה של 8bit הערך המקסימלי יהיה 0xFF.
ב. ייצוג שלילי (2's complement) – כאשר 0 מהווה את האמצע בין שני גבולות מתחי הרפרנס.
עבור רזולוציה של 12bit הערך המקסימלי יהיה 0x7FF, והמינימלי יהיה 0x800.
עבור רזולוציה של 8bit הערך המקסימלי יהיה 0xFF, והמינימלי יהיה 0x80.

9. הסבר מהי רזולוציה עבור מודול DAC12 ואיך קובעים אותה.

תשובה: רזולוציה עבור מודול DAC12 הינה מרחק בין רמות מתח סמוכות, ונקבעת ע"י הביטים DAC12RES ו-DAC12DIR. ברגיסטר DAC12_xCTL, המהווים מספר בינארי (באורך 12 או 8 ביט, כתלות באופן הייצוג של הערך כפי שמופיע בשאלה 8) אותו ממיר המודול למתח אנלוגי.

10. הסבר את המושג Self-calibration ומתי נרצה להשתמש בו.

תשובה: המושג מתאר כיול היסט עצמי של המתח במודול DAC12 כך שגרף המוצא ביחס לערך הרגיסטר DAC12_0DAT יהיה בשיפוע 1 וללא היסט. כלומר נרצה שבמצב של DAC12_DAT=0 המוצא יהיה 0V וכל עלייה בערכים מוציאה מתח עולה. נרצה להשתמש במצב זה אחרי קינפוג המודול ולפני השימוש בו, על מנת לתקן את הסטייה המעשית (חיובית או שלילית) שקוראת במוצא המתח המצריכה כיול חומרתי. במודול של DAC12 ישנו מנגנון לכיול עצמי של ההיסט, שיופעל כאשר נעלה את הביט DAC12CALON ל'1', כאשר בסיומו ערך הביט DAC12CALON מתאפס (ווידוי על הסיום הכיול נוכל לבצע בעזרת תשאל ערך הביט).

11. הסבר את ההבדל העקרוני בין המודולים ADC10, ADC12.

תשובה:

ADC12 – נוכל לדגום 2^{12} רמות מתח ולשמור אותם ברגיסטרים מתאימים.
ADC10 – נוכל לדגום 2^{10} רמות מתח ולשמור אותם בזיכרון ה-RAM.