



בי"ס להנדסת חשמל

פרויקט מס' 2576

תכנית עבודה

שם הפרויקט: תיכנון מעגל שחזור שעון ושחזור נתונים

מבצעים:

ת.ז. 312350317

שם: טל כחלון

ת.ז. 316048511

שם: שחר זרקובסקי

מקום ביצוע הפרויקט: אוניברסיטה – מעבדת אלקטרוניקה

לשימוש המנחה:

הנני מאשר את תכנית העבודה המצורפת

שם: ד"ר מיקי מויאל

חתימה: מיקי מויאל

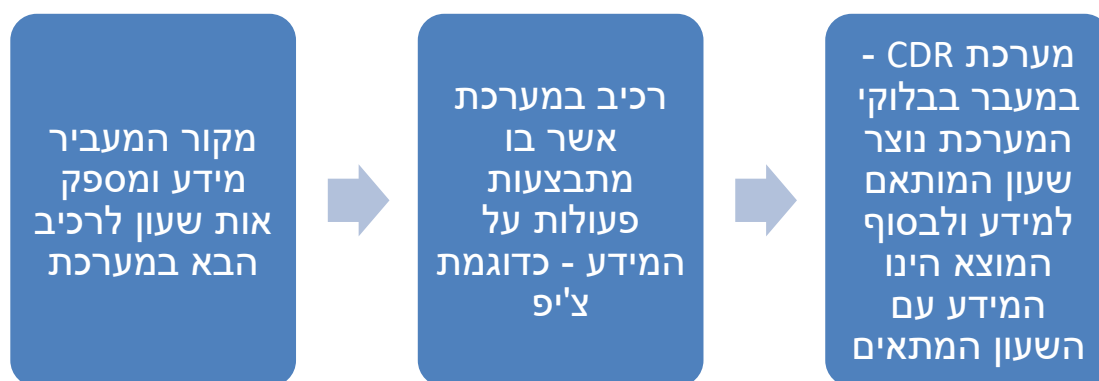
1 תקציר

חלק גדול מהמידע הדיגיטלי שמועבר במהירות גבוהה, לדוגמת - Ethernet, תקשורת ב data center, תקשורת אלחוטית וכדומה, מועבר ללא מידע ספציפי של שיעון- כלומר, אות השיעון מוטמע במידע ולא ניתן להפרדה ממנו. בשל כך יש צורך לייצר אות שיעון בעת קבלת המידע, השיעון המדובר משמש לתזמון מחדש של המידע המתקבל. לתהליך המתואר מעלה קוראים שחזור שיעון ומידע. למרבית המשדרים המיוצרים כיום אין כניסת שיעון ייעודית ולכן יש לבצע את שחזור השיעון במעגל חיצוני.

באופן מפורט יותר, המידע הסריאלי מועבר כרצף פולסים. מכן שנוצרת בעיה בקליטת המידע והיא אפשרות של דגימת המידע של הסיגנל בצורה לא טובה (תזמון לא טוב) ובכך המידע המתקבל מפוענח בצורה שגויה.

מצד אחד, ניתן לטפל בבעיה על ידי שיעונים מדויקים ויציבים (כדוגמת שיעונים אטומיים) אך הפתרון הנ"ל הינו יקר ומורכב. ישנם גם פתרונות זולים יותר אך האמינות שלהם לאורך זמן היא בעייתית. שחזור השיעון והמידע נוצר על מנת לספק פתרון ראוי לבעיה זו.

דיאגרמת המערכת:



הסבר הדיאגרמה – המערכת בה נעסוק תפקידה לקבל את המידע מרכיב המערכת (לכל מערכת רכיב שונה), המידע מועבר בצורה סריאלית ותפקיד ה CDR לזהות ולייצר את אות השיעון המתאים ובמוצא לספק את המידע עם אות השיעון הנכון.

כמצוין בתקציר תוכנית העבודה, חלק בלתי מבוטל של המידע הדיגיטלי המועבר כיום, מועבר ללא מידע שעון.

ישנו צורך בשחזור שעון באפליקציות שונות כגון- טלקומוניקציה, מקלטי משדר אופטיים, רשתות נתונים ושטח אחסון ומוצרים אלחוטיים.

מעגלי CDR קיימים מאפשרים תמיכה במידע המועבר בקצב יחסית איטי (סדר גודל של כמה מאות מגה ביט), אך התהליכים בתעשייה כיום דורשים העברת מידע בקצב מהיר יותר וכאן נעוצה המוטיבציה בביצוע הפרויקט.

קצבי העברת המידע כיום מגיעים לכמה עשרות Gb וחלקם מגיעים גם לסדר גודל של 50Gb. ככל שקצב העברת המידע מהיר יותר, כך לרכיב ה-CDR יש קושי רב יותר ושגיאות רבות יותר שעלולות לפגום משמעותית בהעברה ופענוח נכון של המידע.

המערכת אותה נתכנן, תעבוד בתדרים גבוהים – היעד הינו מערכת שתעבוד עם קבלת מידע בקצב של 10Gb ובעלת מפרט שחלקו יתואר בהמשך תוכנית העבודה. מערכת מסוג זה הינה מסובכת ומורכבת ומצריכה שילוב של מעגלים אנלוגיים ודיגיטליים יחדיו.

3 תכולת העבודה

הפרויקט יעסוק בתכנון מעגל CDR, שמבצע את הפעולה שתוארה מעלה. ישנם שלושה שלבים לביצוע הפרויקט והם:

שלב ראשון- סקר ספרות: לצורך שלב זה, אנו נמצא מקורות מידע רלוונטיים על מנת להבין את פעולת המעגל ואת תוצריו. בחלק זה נבחן מעגלי CDR שונים, נבין את צורת העבודה שלהם ונערך השוואה בניהם. התוצר הסופי של שלב זה יהיה מסמך המפרט את תפקוד המעגל ברמת הבלוקים, כלומר איזו פעולה מתבצעת בכל בלוק של המעגל ובנוסף המסמך יכיל טבלת השוואה בין סוגים/מימושים שונים של מעגלי CDR. מקורות המידע האפשריים בהם נשתמש לשלב זה מצוינים בתחתית העמוד.

שלב שני- בניית המעגל ב-High Level: בשלב זה נתכנן את המעגל בו נבחר להתמקד באמצעות cadence, matlab, analoglib/ahlib (אחת מהאופציות). לאחר מכן נבצע סימולציות על מנת לבחון את הפעולה התקינה של המעגל (eye diagram\0 bit error rate). התוצר הסופי של שלב זה הינו הארכיטקטורה שבנינו ותוצאות סימולציה המראה שהמעגל עובד כמתוכנן.

שלב שלישי- בניית המעגל ברמת הטרנזיסטורים: ביצוע שלב זה נתון לשיקולים של זמן ומורכבות העבודה. בשלב זה נבנה את המעגל ברמת הטרנזיסטורים באמצעות הארכיטקטורה של שלב שני. בסיום הבניה נבצע בדיקות על המעגל בכדי לראות שאכן עובד כמתוכנן והאם התוצאות זהות לתוצאות של השלב הקודם. במהלך העבודה על הפרויקט נבחן את היקף הביצוע של שלב זה ונחליט בשיתוף המנחה האם נבנה את המעגל כולו או חלקים ממנו ואילו חלקים. התוצר הסופי של שלב זה יהיה תוצאות הבדיקות שנבצע למעגל – גם בשלב זה הסימולציות יכללו בדיקות כגון 0 bit error rate/eye diagram.

מקורות אפשריים:

https://web.stanford.edu/class/archive/ee/ee371/ee371.1066/lectures/Old/Older/lect_17_CDR_2up.pdf

https://www.researchgate.net/publication/276295515_Designing_Bang-Bang_PLLs_for_Clock_and_Data_Recovery_in_Serial_Data_Transmission_Systems

<https://www.ee.iitm.ac.in/~nagendra/EE480/200708/references/alexander.pdf>

<https://ietresearch-onlinelibrary-wiley-com.rproxy.tau.ac.il/doi/full/10.1049/el.2016.3368?sid=vendor%3Adatabase>

<https://www.sciencedirect-com.rproxy.tau.ac.il/science/article/pii/S0026269218301423>

מקורות נוספים- IEEE, ISSCC, הרצאות רלוונטיות המועברות באוניברסיטאות מובילות ובמידת הצורך ספרות נוספת של רזוי.

4 תוצרי הפרויקט

לפרויקט שלושה שלבים, בכל שלב ישנו תוצר סופי מצופה.

בשלב הראשון התוצר הינו סקירת ספרות קצרה המתארת את תפקוד הבלוקים במעגל CDR והשוואה בין מעגלים שונים על פי קריטריונים כדוגמת – הספק, ארכיטקטורה וכדומה. סקירת הספרות תכלול מידע מ-4-5 מאמרים והרצאות שונות אשר פורטו בתכולת העבודה – ייתכן כי לא כל המאמרים אשר פורטו ימצאו שימושיים וכי רשימת המקורות תשתנה מעט בהתאם לרלוונטיות של המידע בהם ולצרכים שנגלה תוך כדי למידה. התוצר הסופי יהיה טבלה בה תתבצע השוואה ראשונית בין מעגלים CDR שונים קיימים ולאחר מכן התמקדות באופן פעולה של מעגל אחד שנבחר בשיתוף המנחה ובו נתמקד במהלך שאר ביצוע הפרויקט.

בשלב השני התוצר הינו תכנון המעגל ב high level ותוצאות הסימולציות שנבצע עליו (כדוגמת 0 bit error rate/eye diagram) על מנת לבדוק את תפקודו התקין. בחלק זה ישנה עדיפות לעבודה עם תוכנת cadence לצורך תכנון המעגל אך ככל שלא נוכל לקבל גישה לתוכנה נוכל להשתמש באחת מהתוכנות האחרות שפורטו בתכולת העבודה.

בשלב השלישי התוצר הינו המעגל אשר נבנה ברמת הטרנזיסטורים ותוצאות הבדיקות שנבצע עליו. הבדיקות שיבוצעו על המעגל זהות לאלו של השלב השני אך יבוצעו על תכנון ברמת טרנזיסטורים, יהיו יותר נאמנות למציאות ולחוסר האידיאליות הקיים במעגל פיזי. הבדיקות יקבעו בהתאם לחלק שיוחלט כי נבנה ונבדוק אך הדרישות הכמותיות משלב זה עבור החלק שיוחלט לבנות ולבדוק הן: 1. Jitter נמוך מ-0.25UI - הכנסת מידע בקצב של 50000ppm והצגת הכניסה ומוצא השעון של CDR ועל ה eye diagram להראות עמידה בתנאי, 2. 0 bit error rate, 3. Jitter tolerance - ביצוע הזזה של המידע בסינוס של 10UI 1MHz והשוואה לשעון אידיאלי שלא זז. את שתי הדרישות האחרונות ניתן לבדוק באמצעות הכנסת מידע (סינוס מוזז) והצגת השעון וכניסת ומוצא המידע.

5 לוח זמנים

אבן דרך	פירוט (2-3 שורות)	תאריך יעד לביצוע	הערות
הגשת תוכנית העבודה	תוכנית העבודה תכלול את המתווה שבו יתבצע הפרויקט, משאבים לביצועו ולוח זמנים	13.11.22	
הגשת סקיצה של סקר הספרות	בשלב זה נציג את סקר הספרות למנחה לצורך קבלת משותב ושיפור על פי צורך – פגישת זום עם המנחה בה נציג את ההתקדמות	31.12.22	במועד זה, בהתאם לקצב ההתקדמות והתוצר, יתכן כי השלב הבא ידחה לצורך השלמות נוספות.
הגשת סקר הספרות	הגשת התוצר הסופי של שלב ראשון	1.1.23	ייתכן כי יהיה שינוי בתאריך זה, בהתאם להערה בשלב קודם.
תחילת עבודה על השלב השני	בחירת התוכנה איתה נעבוד והתחלת עבודה על התכנון	1.1.23	תיתכן הקדמה של שלב זה, וזאת על פי התקדמות בסקר הספרות
הגשת מצגת האמצע	בהתאם להנחיות שיתקבלו על ידי סגל הפרויקט	22.1.23	
בחינת הציפיות משלב שלישי	בשלב זה נבחן את היקף הביצוע של השלב האחרון	20.02.23	
בדיקת המעגל באמצעות סימולציות	ביצוע סימולציות לבדיקת התכנון	10.3.23	הסימולציות יבוצעו בשלב מוקדם יותר ויוגשו יחד עם התוצר הסופי של שלב שני
הגשת תכנון המעגל הסופי	בשלב זה נגיש את התוצר הסופי של שלב שני	10.3.23	
תחילת עבודה על החלק השלישי	תחילת עבודה על בניית המעגל ברמת טרנזיסטורים	10.3.23	מיד לאחר סיום שלב שני- בשאיפה להתחיל עם הבניה עוד לפני
בדיקת המעגל	ביצוע בדיקות וסימולציות לצורך בחינת טיב המעגל	1.5.23	לאחר שלב זה ייתכן ונצטרך לבצע שינויים ותיקונים למעגל בהתאם לתוצאות הבדיקה
סיום שלב שלישי	הגשת התוצר הסופי של הפרויקט (תוצר שלב שלישי)	28.5.23	
הגשת הפוסטר וסיום העבודה בפרויקט	בהתאם להנחיות סגל הפרויקט	28.5.23	
הגשת ספר הפרויקט ומצגת הסיום	בהתאם להנחיות סגל הפרויקט	29.6.23	