הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

הפקולטה להנדסת חשמל



מעבדה בהנדסת חשמל  
1א' 044157

ניסוי מעגלי מיתוג

שאלות ודוח הכנה

גרסה 1.25

קיץ 2020

עורכים:

אברהם קפלן

|  |  |
| --- | --- |
| תאריך הגשת דו"ח ההכנה | 06/09/2020 |
| שם המדריך | אלון מזרחי |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| סטודנט | שם פרטי | שם משפחה |
| 1 | ליאור | דביר |
| 2 | נועם | אילתה |

תוכן עניינים

[0 הקדמה 2](#_Toc33369229)

[1לוגיקה צירופית 3](#_Toc33369230)

[1.1 מתחי סף VT-/VT+ ומתחי יציאה Vol/Voh 3](#_Toc33369231)

[1.2 זמני השהיה 3](#_Toc33369232)

[1.3 מרוצים קריטיים והבהובים (hazards). 5](#_Toc33369233)

[2 מעגל סינכרוני – DFF 5](#_Toc33369234)

[2.1 זמני tpd 5](#_Toc33369235)

[2.2 זמני thold ,tsetup 5](#_Toc33369236)

[2.3 חישוב תדר עבודה מקסימלי 6](#_Toc33369237)

# 0 הקדמה

לבדיקת רמות המתחים הגבוה והנמוך בכניסה וביציאה של הרכיב הספרתי, נשתמש ברכיב CD4093B (Quad 2-input NAND Schmitt Trigger). ברכיב זה בנגוד לרכיב NAND רגיל, רמת מתח הכניסה בעליה ((VT+ הגורמת לשינוי מתח היציאה, שונה מרמת מתח הכניסה בירידה (VT-) הגורמת לשינוי מתח היציאה.

**בדוח זה, בחומר הרקע, בתדריך המעבדה ובבוחן, מתח הכניסה הנמוך הגורם ליציאה להיות גבוהה יסומן ע"י VT- או ע"י Vil. מתח הכניסה הגבוה הגורם ליציאה להיות נמוכה יסומן ע"י VT+ או ע"י Vih.**

# לוגיקה צירופית

## מתחי סף VT-/VT+ ומתחי יציאה Vol/Voh

עיין בדפי הנתונים של הרכיב CD4093B (Quad 2-input NAND Schmitt Trigger) במודל, ורשום בטבלה שלהלן את הערכים הקיצוניים המבוקשים של המתחים VT-/VT+ וVol/Voh ומתח ההיסטרזיס VH עבור מתחי הזנה של 5v, 10v בטמפ' של +25⁰C.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | VT-(v)min | | VT+ (v)max | | Voh(v)min | | Vol(v)max | | VH(v)min | |
| מתח הזנה | 5v | 10v | 5v | 10v | 5v | 10v | 5v | 10v | 5v | 10v |
| מתחי מעבר | 1.5v | 3v | 3.5v | 7.0 | 4.95v | 9.95v | 0.05v | 0.05v | 0.5v | 1v |

רשום בטבלה שלהלן את הנוסחה לחישוב "שולי הרעש" (Noise Margin -NM). חשב ורשום ערכים אלו מהטבלה שלמעלה לשתי רמות המתח ולשני מתחי ההזנה.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | NMh(v) | | NMl(v) | |
| נוסחה | Voh - VT+ | | VT- - Vol | |
| מתח הזנה | 5v | 10v | 5v | 10v |
| שולי רעש | 1.45v | 2.95v | 1.45v | 2.95v |

## זמני השהיה

### נתוני הזמנים

עיין בדפי הנתונים של הרכיב CD4093B ורשום בטבלה שלהלן את הערכים האופייניים (typ) והמקסימליים של הזמניםtPD(H/L,L/H) (Propagation Delay Time) ,

tT(H/L,L/H) (Transition Time) ואת הערכים המינימליים של tCD (Contamination Delay) עבור מתחי הזנה של 5v, 10v בטמפ' של +25⁰C.

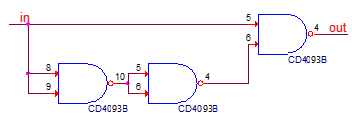
שימו לב שבדפי הנתונים אין הבחנה בין הזמנים במעבר מנמוך לגבוה או מגבוה לנמוך.

הערה : אם לא נתונים זמני tCD, רשום במקומם את הערך 0.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | tPhl/lh(ns) typ/max | | tCD(ns) typ/min | | tThl/lh(ns) typ/max | |
| מתח הזנה | 5v | 10v | 5v | 10v | 5v | 10v |
| זמני השהיה | 300/450ns | 120/210ns | 0 | 0 | 90/145ns | 50/75ns |

### חישוב השהייה tPD

במעגל שלפניך חשב את זמן ההשהיה המקסימלי מהכניסה in ליציאה out עבור מתח הזנה של 5v, בשני מקרים:



1. הכניסה משתנה מ- 0 ל- 1.

הסבר את דרך החישוב.

השתמש בנתוני הזמנים max שרשמת בסעיף הקודם.

תשובה:

**נחשב את זמני השהייה בענף העליון והתחתון, ונקח את המקסימלי מבניהם (כיוון שבמעבר מ 0 ל 1 שני הענפים משפיעים על התוצאה הסופית). בענף העליון השהיה היא אפס, ובענף התחתון השהיה היא סכום השהיה של שני השערים (כלומר 2\*450). נוסיף לכך את השהיה של השער הסופי, כלומר סה”כ נקבל 3\*450=1350ns**

1. הכניסה משתנה מ- 1 ל- 0.

תשובה:

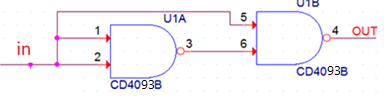
**במעבר מ 0 ל 1, כיוון שהכניסה 5 הופכת ל 0 מיידית, ושאר NAND מוציא 1 כאשר אחת הכניסות לפחות היא 0, אזי נקבל כי השהיה היא השהיה של השער הסופי בלבד, כלומר 450ns**

עבור אות הכניסה הבא שרטט את אות היציאה . מתחת למעברים של אות היציאה רשום את הזמן בו הם מתרחשים בהנחה של השהייה מכסימלית ומינימלית, סמן באפור את ה GRAY AREA) ) האזור הלא מוגדר)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| in |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0u |  |  | 3uSec |  |  | 6uSec |  |  | 9uSec |
| out |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## מרוצים קריטיים והבהובים (hazards).

במעגל שלפניך בדוק איזה מעבר (מ- 1 ל- 0 או מ- 0 ל- 1) באות הכניסה יגרום להבהוב באות היציאה וחשב את משכו לפי זמני max שרשמת בסעיף 1.2.1.



תשובה:

כאשר הכניסה היא 0 אז השער הסופי מקבל אפס באחת הכניסות ולכן מוציא אחד ללא תלות בכניסה השנייה. כאשר עוברים מ 0 ל 1, הכניסה 5 משתנה ל 1 בעוד הכניסה 6 עדיין נקבל 1 ולכן היציאה משתנת ל 0. כעבור לכל היותר TPD, נקבל ביציאה 3 אפס ואז השער הסופי ישתנה שוב חזרה ל 1. ביציאה נקבל את ההבהוב כ TPD לאחר השינוי בכניסות.

,,,

עבור אות הכניסה הבא, שרטט את אות היציאה . מתחת למעברים של אות היציאה רשום את הזמן בו הם מתרחשים. –הנח השהייה מקסימלית

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| in |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0u |  |  | 3uSec |  |  | 6uSec |  |  | 9uSec |
| out |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# מעגל סינכרוני – DFF

## זמני tpd

עיין בדפי הנתונים של הרכיב CD4013B (Dual D-Type Flip-Flop) במודל, ורשום בטבלה שלהלן את הערכים של הזמנים  tpd(H/L,L/H) (typ, max) (זמן ההשהיה מעלית אות השעון עד לשינוי אות היציאה) עבור מתחי הזנה של 5v, 10v .

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | tpd(typ)(ns) | | tpd(max)(ns) | | |
| מתח הזנה | 5v | 10v | | 5v | 10v |
| זמני השהייה | 150ns | 65ns | | 300ns | 130ns |

## זמני thold ,tsetup

עיין בדפי הנתונים של הרכיב CD4013B ורשום בטבלה שלהלן את הערכים של הזמנים

( thold ***,***tsetup (typ, maxעבור מתחי הזנה של 5v, 10v .

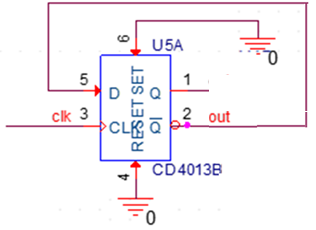
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | tsetup(typ)(ns) | | tsetup(max)(ns) | | thold(typ)(ns) | | thold(max)(ns) | |
| מתח הזנה | 5v | 10v | 5v | 10v | 5v | 10v | 5v | 10v |
| זמני השהייה | 20ns | 10ns | 40ns | 20ns | 2ns | 2ns | 5ns | 5ns |

סמן בשרטוט הבא את הזמניםtsetup, thold

|  |  |
| --- | --- |
| Thold  Tsetup |  |

## חישוב תדר עבודה מקסימלי

על סמך הערכים שרשמת בסעיפים הקודמים מתוך דפי הנתונים , חשב את תדר העבודה המקסימלי של המעגל שלהלן בו מובטח שהמעגל יעבוד באופן תקין, עבור מתח הזנה של 5v. (רשום את הנוסחה שאיתה אתה מבצע את החישוב)



תשובה :

Tcycle > Tpd + Tsetup = **300 + 40 = 340ns**

Fmax = 1/Tcycle = 2.94 MHz

***לאחר שסיימת - לחץ על ה LINK ומלא בבקשה את השאלון המצורף***

|  |
| --- |
|  |
| |  | | --- | | [**מלא את הטופס**](https://docs.google.com/forms/d/1tO1v_J1GNnuBFqGURbuZZzX8uuGXzKp8RdkdBOaakfY/viewform?c=0&w=1&usp=mail_form_link) | |
|  |