

יוני 2007

High Speed Design

ניהול האילוצים בתכנון מעגלי High Speed

מאת: אורן פורמישל, ניסטק

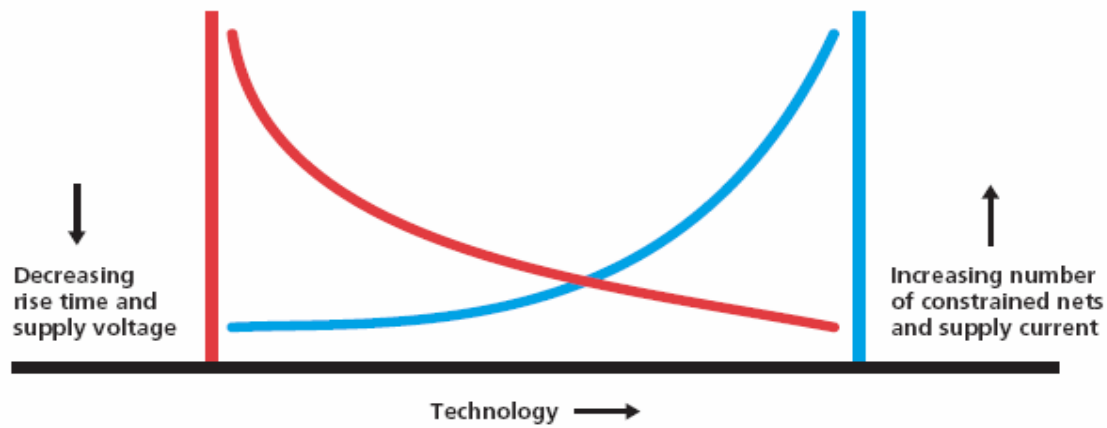
מהנדס חומרה העוסק בקצבים מהירים חייב להתמודד בו זמנית בנושאים של תזמון וניתוח גורמים כגון: signal integrity, crosstalk, power delivery, EMI (electrical magnetic interruption), בשעה שנושאים אלו נמדדים בנפרד בכלי ניתוח ייעודיים. עריכה מודרנית בקצבים גבוהים דורשת שיתופיות נתונים מתמשכת בתהליך התכנון וניהול מערך אילוצים מתחומים שונים בצורה סימולטאנית ובכך למעשה מגדילה את היכולת לעמוד בכל הדרישות, תוך שיפור משמעותי בקיצור זמני העבודה ובכך השגת Time-To-Market קצר יותר. כתוצאה מכך מערכת ניהול אילוצים הפכה כלי מפתח ביצירת עריכה בקצבים גבוהים.

שיטות ישנות בניהול אילוצים בוצעו במסמך word או ב excel, אלה הפכו להיות צוואר הבקבוק בתהליך התכנון החשמלי וגרמו להגברת האפשרויות לשגיאות. כל מערכת עכשווית של ניהול אילוצים חייבת להיות משולבת בצמידות מול כל צעד בתהליך עיבוד ה- DESIGN ונגישה בזמן אמת למערך החוקים תוך הצגת סטאטוס עדכני של תמונת המצב בכל רגע נתון. עוד דרישות מפתח יכללו ממשק שמאפשר למשתמש מבט כולל ושליטה באופן היררכי על מערך החוקים לאמור, אותו חוק יכול להיות מיוחס למספר סיגנלים להם הוא נדרש על בסיס מקרה פרטי בו הוא נדרש.

מיוצאת על ידי ניסטק



ניסטק דיזיין בע"מ
רח' נבטים 12 ת.ד. 7068
א.ת. קרית מטלון
פתח תקוה 49170
טל.: 03-92-92-555
פקס: 03-92-92-550
Email : main@nistec.com
www.nistec.com



במעגלים מורכבים בני זמננו האתגר בעריכה עוסק ב אנליזה של זמן תוך עמידה בלחץ שתמיד קיים בהוצאת המוצר לשוק בצורה המהירה ביותר האפשרית לכן חשובה התייחסות סימולטאנית לכל מערך החוקים בתהליך ועדכון בזמן אמת של התנאים המשתנים וההשפעות ההדדיות של האובייקטים אחד על השני.

כאשר הוחלטה האסטרטגיה לעיסוק בנושאים אלה, האחרונה חייבת להתבצע בשילוב עם תזרים התכנון ובכך מתהווה כמרכיב מפתח לכל תכנון מוצלח בקצבים גבוהים. עבור רוב האנשים האבולוציה של תכנון בקצבים גבוהים מתחילה בסופו, פתאום ה- DESIGN מפסיק לעבוד או שמישהו מגיע להבנה שבעריכה הבאה יהיו כמה סיגנלים קריטיים. הפיתרון ההתחלתי הוא לסיים את התכנון ואז להתחיל להריץ סימולציות, תהליך זה נקרא post layout simulation. בכך, בעיות מתוקנות אם מתגלות בהרצה ושוב מריצים את הסימולציה וכך התהליך חוזר על עצמו. לא לוקח זמן רב להבין שזו הדרך הפחות יעילה לפתור נושאים של תכנון בקצבים גבוהים. מה שבדרך כלל קורה אחרי זה הוא ניסיון לקחת את כל תהליך העיבוד במעלה הזרם לכוון ה floorplanning. מיקום וחיווט רכיבים קריטיים ואישור חלקי לאזור מסוים ב- DESIGN לאחר בדיקות ויזואליות.

סביאות רצונק היא סוג הצמחה ו

ניסטק דיזיין בע"מ
רח' נבטים 12 ת.ד. 7068
א.ת. קרית מטלון
פתח תקוה 49170
טל.: 03-92-92-555
פקס: 03-92-92-550
Email : main@nistec.com
www.nistec.com



כמו בפיתוח תוכנה, ככל שתמצא התקלה מוקדם יותר כך יעלה פחות כסף לתקן אותה בתכנון בקצבים גבוהים אין שוני, ככל שתמצא הבעיה מוקדם יותר כך יהיה יותר פשוט להתמודד איתה.

תכנון בקצבים גבוהים באופיו הוא תהליך שחוזר על עצמו הכולל בתוכו כמה תהליכים שונים כגון:

- סימולציות הקובעות את האילוצים.
- הכנסת האילוצים אל ה- layout.
- ניתוח ה- layout לבדיקת האילוצים אם אלה מתקיימים או בכלל ניתנים ליישום.

התהליך כולו מתבצע בצורת גרסיה עד שמתקבל תכנון מיוצב ועובד. בנוסף בסביבה בה חלקים רבים בעיבוד ה- design לרוב נעשים בצורה מקבילית, קל לראות שהפקת מעגל יעיל העומד בדרישות הוא תהליך שמהווה צוואר בקבוק בכל התהליך הכולל. אם אתה משוכנע שתכנון לקצבים גבוהים דורש התייחסות בשלב מוקדם בתהליך ה- design צריך להיות ברור איזו מערכת אילוצים נחוצה על מנת לוודא שכל הדרישות מתמלאות. גם אם אלו הגיעו מתהליך סימולציות או מדפי הנתונים של יצרן הרכיבים, חוקים אלו צריכים להיות מתורגמים אל ה- layout על מנת לתת משוב למצב העדכני של ה- design.

המגמה בתכנון לקצבים גבוהים מצביעה על עליה במורכבות האילוצים במספרם ובכמות החוטים (Nets) עליהם רוצים להכילים. זה כבר לא בלתי רגיל לראות תכנון חשמלי בו 60% מהסיגנלים מכילים חוקים לקצבים גבוהים שלכל סיגנל ישנם אילוצים מרובים המופיעים כ- DRC (design rule check). כפי הנראה אחד הסממנים החיוניים ביותר במערכת לניהול אילוצים היא האינטגרציה הכוללת המשולבת בכל צעד בתהליך, על מנת לתת לצוות הפיתוח את הגמישות ליצור, לערוך ולהחיל אילוץ בכל נקודה.

תהליך לכידת אילוצים יכול לקחת חלק בשלב מוקדם עוד במהלך חקירת הארכיטקטורה יתכן ועוד לפני הקומפילציה של ה- netlist בסכמה החשמלית, בנקודה זו מגוון פרמטרים של ה- design ניתנים לניסוי בסימולציה נרחבת בה גם ניתן יהיה לקבוע את השטח לתפעול הפיזי של המעגל, ישנה אפילו סימולציה שבעזרתה אפשר לקבוע באיזה טכנולוגיה כדאי להשתמש המתאימה ללוגיקה ספציפית.

כל עבודת ה- pre-layout simulations אמורה להישמר כמערך חוקים מקיף שייושם אחר כך ב- design flow

הסוגיה היא שבסופו של דבר יתקבלו כמה ממשקים גראפיים וכמה מערכי פורמטים של אילוצים שונים בהם ניתן יהיה לעשות שימוש, היתרון בממשק גראפי משולב עם הגדרות אילוצים במערך אחד בצורה קונסיסטנטית הוא בל ישוער.

Design re-uses

יתרון משמעותי נוסף במערכת לניהול אילוצים הוא בעבודה של צוות תכנון המרוחק גיאוגרפית אחד מהשני.

התועלת בנתונים המשובצים מתגלה כאשר התכנון מתקדם מ-schematic ל-layout ובמעבר בין צוות התכנון. מערכת ניהול האילוצים אמורה לתמוך באפשרות לכלול את כל האינפורמציה מרוכזת בתוך מאגר הנתונים של ה design. כאשר ניתן לשמור ב-design וב-layout את כל המידע ניתן לצמצם במידה ניכרת את האפשרות לטעויות, לא זו אף זו גם ניתן להעביר לכל חבר בצוות בסיס נתונים נפרד בו כל המידע הדרוש בלי קשר למיקומו במעגל.

שלוחה טבעית מתבקשת היא האפשרות לחלץ מתוך מאגר הנתונים קובץ המכיל את כל האילוצים לשימוש בתכנון אחר. האפשרות לשימוש חוזר במערך האילוצים מאפשר ל-Signal integrity engineer ליצור ספריית IP של אילוצי design לדוגמא, טופולוגיה שלמה של-bus הכוללת את חוקי הקצבים המהירים יכולה להיות מיוצאת מתוך מאגר הנתונים ב-design אל מעגל אחר ולעשות בו שימוש על מנת לא לחזור על עבודה שכבר נעשתה פעם נוספת.

Hierarchical Constraint

עוד כלי מפתח ב במערכת ניהול אילוצים היא האפשרות ללכוד, לנהל ולתת תוקף למערך החוקים בצורה היררכית. ניהול מערך חוקים היררכי משמעו שמספר חוקים יכולים להיות מאוגדים יחד בייחוס לאובייקט בתכנון החשמלי כמו רשתות (Nets). לדוגמא, היתרון הוא בכך שישנו מקום מרכזי אחד בו ניתן לערוך את החוקים הספציפיים האלה. אם כל אילוף היה מנוהל באופן פרטי (אינדיבידואלי) באפיון יחידני לנט, אז כל שינויי קטן היה מסורבל ואיטי. בנוסף לכך העובדה שניתן לשייך קבוצות של חוקים לאובייקטים בתכנון החשמלי מאפשרת לעקוף אילוף מסוים על בסיס מקרה יחידני על מנת למנוע התראת DRC. ב תמונה 2 ניתן לראות כי ב-BUS המורכב מכמה אובייקטים אליו משויך מערך חוקים עבור כל ה-BUS

ישנה הגבלה גורפת על מספר חורי המעבר (VIA) מקסימאלי – לא יותר מ- 4 לאובייקט. הגבלה נוספת חלה על אורך stub מקסימאלי של לא יותר מ 150 mils ניתן לראות

ניסטק דיזיין בע"מ

רח' נבטים 12 ת.ד. 7068
א.ת. קרית מטלון
פתח תקוה 49170
טל.: 03-92-92-555
פקס: 03-92-92-550
Email: main@nistec.com
www.nistec.com

שבאובייקט GAD2 ישנה הקלה על החוק בו מוגבלת כמות ה VIAs ל- 4 ובשינויי החוק למקסימום 5 ובכך למנוע התראת DRC.

גם באובייקט GAD1 שונה החוק באופן ספציפי לאובייקט זה המתיר STUB של 155 mil בשונה מהחוק הכללי של ה- BUS המתיר מקסימום 150mil stub עבור כל אובייקט ב BUS.

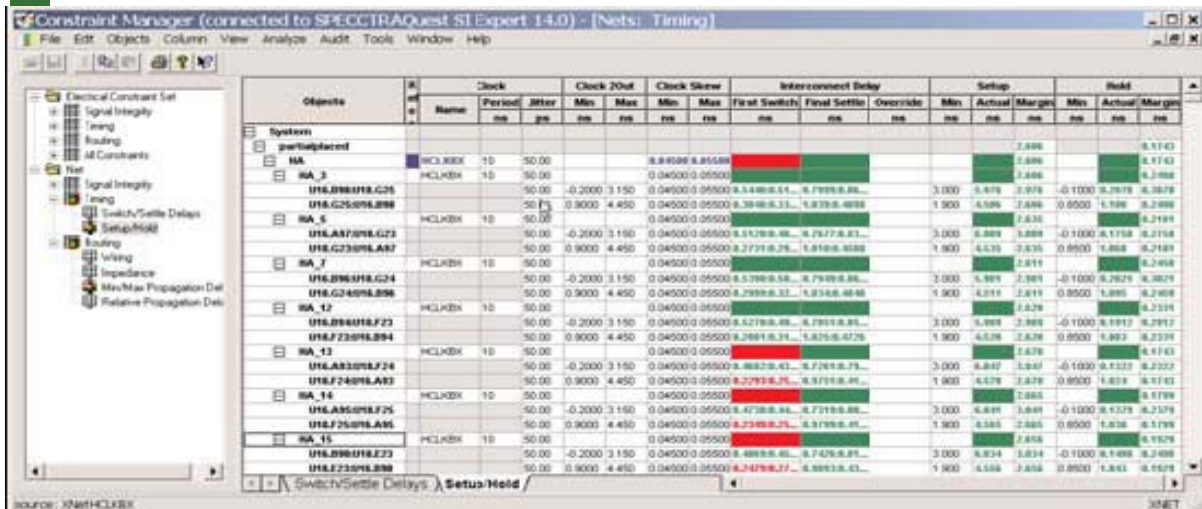
תמונה 2

| Objects | Referenced Electrical CSet | Stub Length | | | Via Count | | |
|----------------------------------|----------------------------|-------------|--------|--------|-----------|--------|--------|
| | | Max | Actual | Margin | Max | Actual | Margin |
| | | mil | mil | mil | | | |
| <input type="checkbox"/> GAD_BUS | AD_RULES | 150.0 | 0.2 | 0.2 | 4 | 0 | 0 |
| GAD0 | AD_RULES | 150.0 | 33.3 | 116.7 | 4 | 4 | 0 |
| GAD1 | AD_RULES | 155.0 | 154.8 | 0.2 | 4 | 3 | 1 |
| GAD2 | AD_RULES | 150.0 | 134.7 | 15.3 | 5 | 5 | 0 |
| GAD3 | AD_RULES | 150.0 | 26.7 | 123.3 | 4 | 2 | 2 |

Display Rule Set

עוד מאפיין חשוב במערכת ניהול אילוצים הוא האפשרות להציג את מערך החוקים בצורה גראפית

בתמונה 3 ניתן לראות כיצד במבט אחד המשתמש מקבל תמונת מצב כוללת על אובייקטים רבים עליהם מוחלים אילוצים רבים בעזרת ממשק ה- GUI בשילוב עם מידע פרטני המציג בצורה ידידותית ונוחה את כל המידע הדרוש למשתמש על כל אובייקט בראיה כוללת של עמידתו או אי עמידתו במערך החוקים שהוגדר לו. הסטאטוס של כל אובייקט מתעדכן בזמן אמת.



| Objects | Name | Period | Jitter | Clock 20Out | | Clock Skew | | Interconnect Delay | | | Setup | | | Hold | | | |
|-----------------|------------|--------|--------|-------------|-------|------------|---------|--------------------|--------------|-----------|---------|--------|--------|-------|---------|--------|--------|
| | | | | Min | Max | Min | Max | First Switch | Final Settle | Overclock | Min | Actual | Margin | Min | Actual | Margin | |
| System | partplaced | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MA | HCLKEX | 10 | 50.00 | | | 0.04500 | 0.05500 | | | | | | | | | | |
| MA_3 | HCLKEX | 10 | 50.00 | -0.2000 | 3.150 | 0.04500 | 0.05500 | 8.3488 | 8.514... | 8.7795 | 8.86... | 3.000 | 4.578 | 2.819 | -0.1000 | 8.7878 | 8.2878 |
| U18.G250U18.G25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| U18.G250U18.G25 | HCLKEX | 10 | 50.00 | 0.9000 | 4.450 | 0.04500 | 0.05500 | 8.7948 | 8.31... | 8.8795 | 8.4898 | 1.900 | 4.588 | 2.888 | 0.8500 | 5.788 | 8.288 |
| MA_5 | HCLKEX | 10 | 50.00 | | | 0.04500 | 0.05500 | | | | | | | | | | |
| U18.A87U18.G23 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| U18.G23U18.A87 | HCLKEX | 10 | 50.00 | -0.2000 | 3.150 | 0.04500 | 0.05500 | 8.5178 | 8.48... | 8.7877 | 8.81... | 3.000 | 4.589 | 2.889 | -0.1000 | 8.178 | 8.278 |
| MA_7 | HCLKEX | 10 | 50.00 | | | 0.04500 | 0.05500 | | | | | | | | | | |
| U18.B96U18.G24 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| U18.G24U18.B96 | HCLKEX | 10 | 50.00 | -0.2000 | 3.150 | 0.04500 | 0.05500 | 8.5798 | 8.58... | 8.7988 | 8.86... | 2.000 | 4.587 | 2.887 | -0.1000 | 8.287 | 8.387 |
| MA_12 | HCLKEX | 10 | 50.00 | | | 0.04500 | 0.05500 | | | | | | | | | | |
| U18.B98U18.F23 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| U18.F23U18.B98 | HCLKEX | 10 | 50.00 | 0.9000 | 4.450 | 0.04500 | 0.05500 | 8.2881 | 8.31... | 8.5278 | 8.4778 | 1.900 | 4.578 | 2.878 | 0.8500 | 8.977 | 8.277 |
| MA_13 | HCLKEX | 10 | 50.00 | | | 0.04500 | 0.05500 | | | | | | | | | | |
| U18.A83U18.F24 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| U18.F24U18.A83 | HCLKEX | 10 | 50.00 | -0.2000 | 3.150 | 0.04500 | 0.05500 | 8.4627 | 8.47... | 8.7288 | 8.73... | 3.000 | 4.847 | 2.847 | -0.1000 | 8.127 | 8.227 |
| MA_14 | HCLKEX | 10 | 50.00 | | | 0.04500 | 0.05500 | | | | | | | | | | |
| U18.A85U18.F25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| U18.F25U18.A85 | HCLKEX | 10 | 50.00 | -0.2000 | 3.150 | 0.04500 | 0.05500 | 8.4738 | 8.48... | 8.7318 | 8.86... | 3.000 | 4.849 | 2.849 | -0.1000 | 8.178 | 8.278 |
| MA_15 | HCLKEX | 10 | 50.00 | | | 0.04500 | 0.05500 | | | | | | | | | | |
| U18.B98U18.E23 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| U18.E23U18.B98 | HCLKEX | 10 | 50.00 | 0.9000 | 4.450 | 0.04500 | 0.05500 | 8.4888 | 8.48... | 8.7478 | 8.81... | 1.900 | 4.588 | 2.888 | 0.8500 | 8.817 | 8.177 |

במידה ואתה רוצה לקחת את התכנון החשמלי שלך לשלב הבא תוך הבנה שתכנון לקצבים מהירים הוא עתידיך,

התייחסות לנושא ניהול האילוצים מהווה גורם מכריע. תכנון בקצבים גבוהים מוצלח מושג אם הגדרת המאפיינים אותם ברצונך לממש בתכנון נעשית בשלב מוקדם במעגל וכל אלו מוכנסים אל תוך בסיסי הנתונים על מנת להניע את תהליך המיקום וחיווט במהלך העריכה.

במתודולוגיה זו לניהול האילוצים יש תפקיד מרכזי בניהול עיבוד ה-DRG בהגבלת מספר הטעויות והאינטראקציות בתהליך. התוצאה היא שהזמן המושקע בתכנון המעגל קטן, תהליך ה post layout verification הופך לנקודת סיום ולא נקודת פתיחה בנושאים הקשורים לקצבים גבוהים. בשורה התחתונה תהליך כזה מתבצע בהרבה פחות תסכול, ובחיסכון רב של זמן וכסף.

שיאיות רצונך היא סוג הצלחתנו

ניסטק דיזיין בע"מ
רח' נבטים 12 ת.ד. 7068
א.ת. קרית מטלון
פתח תקוה 49170
טל.: 03-92-92-555
פקס: 03-92-92-550
Email: main@nistec.com
www.nistec.com

