

Welche Vorteile eine Testabdeckungsanalyse dem Prüfenieur bietet

Das wohl wichtigste Kriterium eines jeden Testsystems und -programms ist die erreichte Testabdeckung. Denn Produktions- und Prozessfehler lassen sich in der Elektronikfertigung nie vollständig vermeiden. Fehlbestückungen, Lötfehler und defekte Bauteile können nicht ausgeschlossen werden. Somit muss das verwendete Testverfahren sicherstellen, dass jede Baugruppe, welche die Fertigungslinie verlässt, auch fehlerfrei funktioniert.

Zu Beginn muss zwischen Test- und Fehlerabdeckung unterschieden werden. Zum einem stellt die Testabdeckung dar, an wie vielen Bauteilen oder Signalen tatsächlich Testschritte ausgeführt werden. So beschreibt sie zum Beispiel die Summe *aller getesteten* Bauteilpins gegenüber der Summe *aller* Bauteilpins auf dem Prüfling. Diese Statistik trifft demnach eine Aussage über die Positionen, an denen Fehler detektiert werden können. Doch welche spezifischen Fehler werden detektiert? Diese Frage wird durch die Fehlerabdeckung beantwortet. Bei dieser wird die Summe aller auffindbaren Fehlerbilder der Summe aller möglichen Fehler gegenübergestellt. In der Praxis werden Test- und Fehlerabdeckung häufig synonym verwendet.

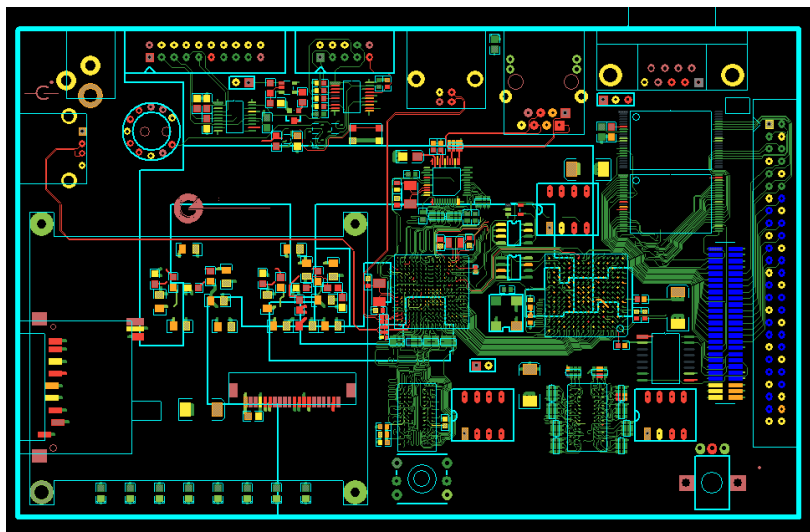


Abbildung 1 Darstellung der Testabdeckung am Layout

Der GÖPEL electronic Ansatz zur Testabdeckungs-Analyse

Tatsächlich stellt die Interpretation der dargestellten Daten Testingenieure immer wieder vor eine Herausforderung. Wird ein Bauteil oder Signal als getestet markiert, ist häufig nicht eindeutig erkennbar, mit welcher Qualität der Test durchgeführt wird oder welche Fehlerbilder somit ausgeschlossen werden können. GÖPEL electronic hat auf Basis der JTAG/Boundary Scan Technologie in der Softwareplattform SYSTEM CASCON einen neuen Test Coverage Analyzer integriert. Er gibt Testingenieuren die Möglichkeit, sämtliche Daten nach eigenen Regeln zusammenzuführen.

Pressekontakt / Press Contact:

GÖPEL electronic GmbH
Matthias Müller
Göschwitzer Straße 58/60
07745 Jena

Tel.: +49 (0)3641-6896-739
Fax: +49 (0)3641-6896-944
E-Mail: presse@goepel.com
Internet: www.goepel.com

Somit kann die Auswertung personalisiert an interne Vorgaben angepasst und dadurch erleichtert werden.



Abbildung 2 JTAG/Boundary Scan Controller mit Software SYSTEM CASCON

Während der Testprogrammerstellung vergibt das System automatisiert umfangreiche Testattribute. Diese Testattribute lassen sich grob in drei Kategorien unterteilen: die Testfunktion, die Signalrichtung und die Zugriffsgeschwindigkeit. Testattribute werden für jeden einzelnen Bauteilpin vergeben und auf Signal- oder Bauteilebene zusammengefasst.

Nachfolgend werden die wichtigsten Testkriterien grob zusammengefasst:

Testfunktion:

- Single Bidirectional – Bauteilpin misst sich selbst zurück, Kurzschlussstest
- Connect – Verbindungstest zwischen zwei unterschiedlichen Pins, Verbindungstest
- Control – notwendiges Steuersignal für Testfunktion, implizit getestet

Signalrichtung

- Input
- Output
- Bidirektional

Testgeschwindigkeit

- Statisch – deutlich langsamer als finale Testfunktion (typ. Boundary Scan)

Pressekontakt / Press Contact:

GÖPEL electronic GmbH
 Matthias Müller
 Göschwitzer Straße 58/60
 07745 Jena

Tel.: +49 (0)3641-6896-739
 Fax: +49 (0)3641-6896-944
 E-Mail: presse@goepel.com
 Internet: www.goepel.com

- At-Speed – durch Debug-Zugriff vorgegeben
- Nominal – entspricht tatsächlicher Prüflingsfunktion
- Stress – übersteigt finale Prüflingsfunktion

Jeder einzelne ausgeführte Testschritt vergibt ein oder mehrere Testattribute. Der Test Coverage Analyzer stellt letztendlich die Summe aller vergebenen Attribute dar. Das erlaubt nicht nur eine generelle Einteilung des Pins oder Signals in die Kategorien „getestet“ oder „nicht getestet“, sondern auch eine eindeutige Zuordnung zu möglichen Fehlerursachen.

> U1	ddr2_add[11]	K17	BScan IC	DDR2_UC_A...	slightly HL	Interconnection HL	Static Both	Tested Connect	8 (100.0 %)
✓ U1	ddr2_add[12]	J14	BScan IC	DDR2_UC_A...	slightly HL	Interconnection HL	Static Both	Tested Connect	8 (100.0 %)
Attributes: (sum) Connect (Out:HL), SnglBD (In:HL, Out:HL), Ident (In:HL)									
Infrastructure_2TAPIdent (In:HL)									
InterconnectionSnglBD (In:HL, Out:HL)									
U3 Connect (Out:HL)									
U4 SnglBD (In:H, Out:H)									
Tested Shorts: U1 (#H13 #H14 #H15 #J13 #K13 #K14 #K15)									
Not Tested Shorts:									
> U1	ddr2_add[2]	M18	BScan IC	DDR2_UC_A2	slightly HL	Interconnection HL	Static Both	Tested Connect	5 (100.0 %)
✓ U1	ddr2_add[3]	L15	BScan IC	DDR2_UC_A3	slightly HL	Interconnection HL	Static Both	Tested Connect	8 (100.0 %)
Attributes: (sum) Connect (Out:HL), SnglBD (In:HL, Out:HL), Ident (In:HL)									
Infrastructure_2TAPIdent (In:HL)									
InterconnectionSnglBD (In:HL, Out:HL)									
U3 Connect (Out:HL)									
U4 SnglBD (In:H, Out:H)									
Tested Shorts: U1 (#K14 #K15 #K16 #L14 #L16 #M14 #M15 #M16)									
Not Tested Shorts:									
> U1	ddr2_add[4]	L16	BScan IC	DDR2_UC_A4	slightly HL	Interconnection HL	Static Both	Tested Connect	8 (100.0 %)
> U1	ddr2_add[5]	L18	BScan IC	DDR2_UC_A5	slightly HL	Interconnection HL	Static Both	Tested Connect	5 (100.0 %)
> U1	ddr2_add[6]	L17	BScan IC	DDR2_UC_A6	slightly HL	Interconnection HL	Static Both	Tested Connect	8 (100.0 %)
> U1	ddr2_add[7]	K14	BScan IC	DDR2_UC_A7	slightly HL	Interconnection HL	Static Both	Tested Connect	8 (100.0 %)

Abbildung 2 Zusammenfassung aller Testattribute an ausgewählten Pins

Ein als *Single Bidirectional* markierter Pin kann beispielsweise verlässlich auf Kurzschlussicherheit geprüft werden. Ob dieser allerdings auch richtig gelötet ist, kann erst dann bestimmt werden, wenn das *Connect* Attribut vergeben wurde. *Control* Pins werden zwar während des Tests verwendet, im Fehlerfall kann das betroffene Signal allerdings nicht zwangsläufig eindeutig zugeordnet werden. Auf diesem Weg ermöglichen die Testattribute eine bessere Einordnung der Testqualität.

Besonders eine Aussage über die endgültige Testgeschwindigkeit hat großen Einfluss auf mögliche Fehlerbilder, die durch den Test überprüft werden. Statische Verbindungstest stellen sicher, dass Bauteile korrekt bestückt und Pins gelötet sind. Allerdings lassen sich zum Beispiel mögliche Terminierungsfehler an RAM-Signalen nur in höheren Geschwindigkeitskategorien ausfindig machen. Bei Highspeed-Schnittstellen eignet sich der Stress Level Test sogar zur qualitativen Überprüfung der Leiterplatte. Je nach geforderter Testaussage kann so gezielt die richtige Testtechnologie ermittelt werden.

Personalisierung

Bei all den verschiedenen Testattributen kann man allerdings recht schnell den Überblick verlieren. Daher bietet der Test Coverage Analyzer die Möglichkeit verschiedene Statistik Filter Settings zu erstellen. Diese Filter Settings stellen Regelsätze zur Gruppierung der einzelnen Testattribute dar.

Pressekontakt / Press Contact:

GOPEL electronic GmbH
Matthias Müller
Göschwitzer Straße 58/60
07745 Jena

Tel.: +49 (0)3641-6896-739
Fax: +49 (0)3641-6896-944
E-Mail: presse@goepel.com
Internet: www.goepel.com

SYSTEM CASCON wird mit vordefinierten Statistik Filtern ausgeliefert, Anwender können frei weitere Regelsätze erstellen.

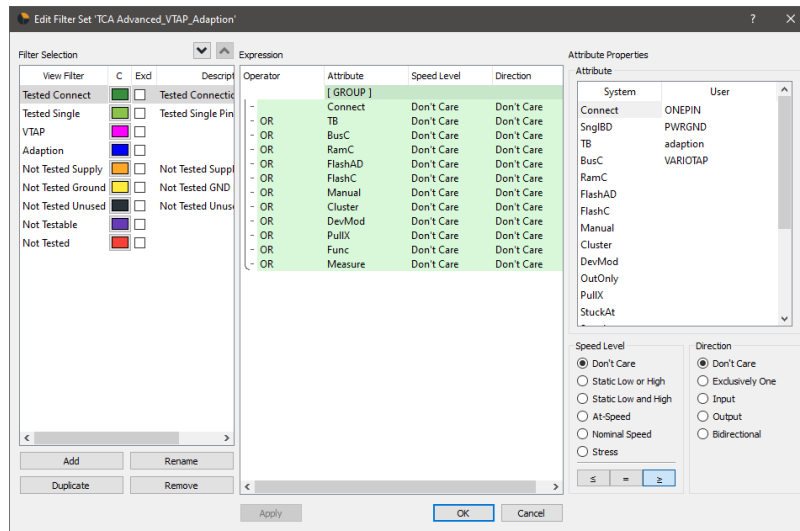


Abbildung 3 Filter Settings Regelsatz

Die erstellten Regelsätze filtern gezielt Testattribute und ordnen Bauteilpins einer definierten Statistikgruppe zu. Das heißt: wurde einem Pin das Attribut *Connect* zugeordnet soll, es in die Kategorie *Verbindungstest* einsortiert werden. Ansonsten wird es nach Geschwindigkeiten gefiltert. Je nach vergebenem Speed Level werden Pins und Signale zu den Kategorien *Static*, *At-Speed*, *Nominal* oder *Stress* zugeordnet. Auch bestimmte Kombinationen von Testattributen, Geschwindigkeiten und Signalrichtungen lassen sich gezielt einsortieren. Auf diesem Weg können genau die Informationen dargestellt werden, die für den Anwender am wichtigsten sind.

Nutzer können darüber hinaus Attribute definieren und vergeben, die auch in den definierten Statistik Filter Regelsätzen betrachtet werden. Zum Beispiel können somit Testpunkte oder Steckverbindersignale, bei denen sich das Adaptieren mit externen Testressourcen lohnt, hervorgehoben werden. Dazu muss lediglich ein nutzerdefiniertes Adaptionsattribut den entsprechenden Ressourcen zugewiesen werden. Im finalen Report ist dann sofort ersichtlich, welchen Einfluss auf die Gesamttestabdeckung die zusätzlichen Testkanäle haben.

Somit bietet der Test Coverage Analyzer Möglichkeiten die Testabdeckung personalisiert und an die eigenen Vorgaben angepasst darzustellen.

Der Vergleich verschiedener Teststrategien

Eine weitere Herausforderung für Testingenieure ist der Vergleich von verschiedenen Teststrategien und Sequenzen. Wird ein Test wirklich gebraucht? Welche Testsequenz erreicht die höchste Testabdeckung? Oder wie viel Testabdeckung geht verloren, wenn einzelne Testschritte entfernt

Pressekontakt / Press Contact:

GÖPEL electronic GmbH
 Matthias Müller
 Göschwitzer Straße 58/60
 07745 Jena

Tel.: +49 (0)3641-6896-739
 Fax: +49 (0)3641-6896-944
 E-Mail: presse@goepel.com
 Internet: www.goepel.com

werden, um Taktzeitvorgaben zu erfüllen? All diese Fragen müssen bei der Analyse der Testabdeckung beantwortet werden.

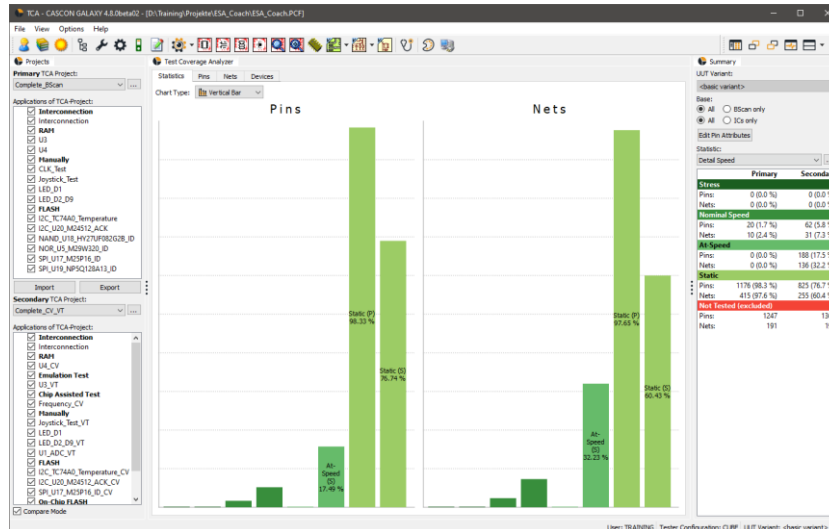


Abbildung 4 Vergleich von Test-Strategien (Bsp. Test-Geschwindigkeit)

Der neue SYSTEM CASCON Test Coverage Analyzer kann zwei Reporte gleichzeitig öffnen, wodurch Inhalte verglichen werden können. Natürlich können die zuvor definierten Statistik Filter auch im Vergleichsmodus angewandt werden. Dadurch lassen sich nur Testabdeckungsverbesserungen, sondern auch Unterschiede bei der Signalgeschwindigkeit hervorheben. Mit dem vorher definierten Adaptionsattribut könnten auf diesem Weg zum Beispiel verschiedene Verdrahtungsvarianten verglichen und eine optimierte Lösung gefunden werden. Der Test Coverage Analyzer Vergleichsmodus ist damit die optimale Basis für fortführende Diskussionen und mögliche Optimierungen der Testabdeckung.

Fazit

Wie eingangs erwähnt ist ein fundierter Testabdeckungsreport zwingend nötig, um die Qualität eines Testsystems oder -programms zu beurteilen. Wichtig dabei ist aber auch, dass Testingenieure nicht von zu vielen Informationen auf einmal „erschlagen“ werden. Es muss gezielt eingesehen werden können, was für die Auswertung aktuell wichtig ist, ohne dass dabei Inhalte verloren gehen. Mit Hilfe der Statistik-Filter wird genau dieses Ziel erreicht. Der gesamte Informationsgehalt der Testabdeckungsanalyse lässt sich anwenderspezifisch darstellen und somit einfacher auswerten.

Pressekontakt / Press Contact:

GÖPEL electronic GmbH
Matthias Müller
Göschwitzer Straße 58/60
07745 Jena

Tel.: +49 (0)3641-6896-739
Fax: +49 (0)3641-6896-944
E-Mail: presse@goepel.com
Internet: www.goepel.com

Autor:

Alexander Labrada Diaz, Applikationsingenieur im Bereich Embedded JTAG Solutions bei der Göpel electronic GmbH;



Pressekontakt / Press Contact:

GÖPEL electronic GmbH
Matthias Müller
Göschwitzer Straße 58/60
07745 Jena

Tel.: +49 (0)3641-6896-739
Fax: +49 (0)3641-6896-944
E-Mail: presse@goepel.com
Internet: www.goepel.com