



جامعة الفيوم
Fayoum University

جامعة الفيوم

كلية الهندسة

(قسم الهندسة الكهربائية)

الكشف عن الأعطاب للدوائر التناظرية

رسالة مقدمة للحصول على درجة ماجستير العلوم في الهندسة الكهربائية

(هندسة الالكترونيات والاتصالات الكهربائية)

إعداد

محمد مصطفى محمود علي دخيل

إشراف

أ.د. عمرو محمد رفعت

كلية الهندسة جامعة الفيوم

أ.د. أحمد حسن مدين

كلية الهندسة جامعة النيل الأهلية

د. رانية فؤاد أحمد

كلية الهندسة

ملخص الرسالة

يعد الكشف عن الأعطاب أحد العوامل الهامة في مجال تصميم الدوائر الإلكترونية، فإنه يمثل العامل الرئيسي في عملية الإنتاج الضخم.

تقاس جودة الاختبار بقدرته على الكشف عن العناصر المعطوبة بالإضافة إلى تحديد موقعها على الشرائح الإلكترونية بنسبة نجاح عالية.

يتم تصنيف الأعطاب في الدوائر التناظرية إلى نوعين رئيسيين، أعطاب باراميتريّة، وهي تحدث حينما يحيد أحد صفات مكون ما خارج الحيز المسموح به. النوع الآخر وهو الأعطاب الكارثية والتي تكون عبارة عن أخطاء فادحة يعمل حينها المكون كدائرة مفتوحة أو مغلقة.

على الرغم من تطوير سبل اختبار جيدة للدوائر الرقمية في يومنا هذا، إلا أنه لا زال هناك نقص كبير في حالة الدوائر التناظرية ويرجع هذا إلى تركيبها المعقد وصعوبة إعادة إنتاج كافة الأخطاء الممكنة نظرًا لعددها غير المحدود. ومع الأهمية البالغة للدوائر التناظرية في كافة المجالات حاليًا، لا بد من توافر طرق لاختبار هذا النوع من الدوائر.

خلال السنوات الماضية، تم تطوير العديد من طرق الاختبار للدوائر التناظرية والتي يتم تصنيفها لقسمين رئيسيين هما طرق المحاكاة بعد تطبيق الاختبار وطرق المحاكاة قبل تطبيق الاختبار.

المحاكاة قبل الاختبار تضم طريقتين هما الأكثر تمثيلًا، الكشف عن المعاملات وطريقة التحقق من الأخطاء. في الطريقة الأولى نقوم بتكون عدد كاف من المعادلات المستقلة بناء على عدد من القياسات وذلك للوصول إلى القيم الخاصة بكل المكونات. حين وجود قيمة لأي مكون خارج الحد المسموح به لتصميم معين حينها يتم الإعلان عن وجود عطب بذلك المكون.

في طريقة التحقق من الأخطاء نقوم باستخدام نفس الكيفية كما في الطريقة الأولى مع تغييرات طفيفة، في تلك الطريقة نقوم بتوزيع المكونات إلى قائمتين مختلفتين، الأولى هي قائمة من المتوقع أنها بلا أية أعطاب، الثانية وتضم كل الأعطاب. باستخدام البيانات التي تم قياسها والخصائص لمكونات الدائرة، يتم تكوين معادلات معتمدة على التغير في قيمة المكونات التي تضمها القائمة الثانية. يتم تقييم المعادلات وحسابها والتأكد التحقق منها فقط في حالة تواجد الأخطاء بالفعل في القائمة الثانية.

في طرق المحاكاة قبل الاختبار، يتم تكوين قاموس أخطاء ومنه يتم تكوين جدول للبحث يضم كل حالة عطب والحالة المثالية المقابلة لها. باستخدام المحاكاة يمكن حساب تأثير التغير في كل مكون وتخزينه في القاموس. من عدة طرق تم التوصل إليها في هذا النوع من الاختبارات، اعتمد البعض على معادلات النظام وملاحظة التغير الطارئ على ثوابتها، اعتمد آخرون على التحليل الزمني لتكوين قاموس خاص بالأخطاء باستخدام مدخلات عشوائية أو عن طريق رسم المحلات الهندسية لكل الأخطاء المرتبطة بفشل مكون واحد، ولكن الأكثر شيوعًا هو القيم بتسجيل القياسات عند عدة نقاط مختلفة من الدائرة بمساعدة محاكاة مونت كارلو ورصدها في جدول وصفي كامل لكافة الأخطاء المحتملة في الدائرة.

الهدف من وراء الكشف عن الأعطاب في الدائرة يجب أن يكون واضحًا ومفهومًا حيث أنه أحد الجوانب الحرجة في تحديد مدى الكشف عن الأخطاء وحجم القاموس وتفرض بالتبعية حدودًا على طريقة تكوين القاموس. تغطية عدد كبير من الأخطاء ربما ينتهي بعدد لا نهائي من التوافق يستهلك قوة حسابية ضخمة ويعقد الحسابات. وفي الوقت ذاته العدد الضئيل جدًا لا يعطي الجودة المناسبة.

من الطرق المعروفة للعاملين بمجال الاختبارات الالكترونية هو اختبار "تيار المصدر" والذي يتم تطبيقه على دوائر الCMOS أو مكملات أشباه الموصلات لاختبار الأخطاء الناجمة عن عملية التصنيع. يستمد الاختبار اسمه من اعتماده على قياسات تيار المصدر في حالته الساكنة. يقوم الاختبار بكشف الأخطاء التي تغير من قيمة التيار بشكل يمكن رصده. ولكن لعدة حالات أخرى كالأعطاب التي تمنع توصيلية الترانزستورات، أو أعطاب بوابات النقل الالكترونية التي تجعل المستويات المنطقية ضعيفة، فإن الاختبار يفشل، ما يعني أن ذلك الاختبار يحتاج طرقًا أخرى جنبًا إلى جنب ليكون على مقدره من كشف الأخطاء بشكل كامل.

طريقة أخرى لاختبار الدوائر المختلطة والتي جذبت الكثير من الاهتمام هي اختبار التذبذبات والذي يقوم بإنقاص زيادات التشغيل والقراءة في عملية الاختبار الالكتروني. تعتمد تلك الطريقة على تصميم الدوائر لدعم الاختبار.