

SOFTWARE PARA ASSISTIR A GARANTIA DA QUALIDADE NA MONTAGEM DE PLACAS ELETRÔNICAS

SOFTWARE AIDED QUALITY ASSURANCE IN PRINTED CIRCUIT BOARD ASSEMBLY

Data de entrega dos originais à
redação em: 26/02/2016,
e recebido para diagramação em:
30/11/2016.

Dr. Marcos Marinovic Doro ¹

Atualmente as empresas montadoras de placas eletrônicas possuem grandes desafios para produzir com qualidade assegurada. Existe uma infinidade de questões para considerar durante o planejamento e controle da qualidade de seus produtos, tais como: complexidade da placa, espectro de defeitos, rendimento esperado, custos, etc. Este trabalho propõe um aplicativo para dar suporte ao Sistema de Garantia da Qualidade. O objetivo geral foi integrar métodos de engenharia da qualidade em uma base de conhecimento e aplicar recursos de Inteligência Artificial.

O aplicativo é capaz de armazenar informações sobre a qualidade do produto e o desempenho dos processos. Além disso, esta ferramenta agrega Sistemas Especialistas para interagir no planejamento e controle da qualidade dos processos.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Planejamento da Qualidade. Controle da Qualidade. Sistemas Especialistas.

Currently, printed circuit board manufacturing companies have major challenges to produce with assured quality. There are a multitude of issues to consider during the planning and the control quality for their products, such as: board's complexity, spectrum of defects, expected yield, cost, etc. This study proposes software to provide support for quality management system. The general aim was to integrate quality engineer methods with a knowledge base and to apply the resources of Artificial Intelligence. The software is able to store information about product quality and the process performance. Additionally, this tool aggregates Expert Systems to interact in the process quality planning and control.

Keywords: Artificial Intelligence. Quality Planning. Quality Control. Expert Systems

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, no mercado da manufatura eletrônica, existe uma grande pressão para reduzir custos, aumentar a qualidade e encurtar o tempo de inserção do produto no mercado. Por essa razão, os processos de montagem de placas eletrônicas requerem cada vez mais alta agilidade, confiabilidade e flexibilidade. No entanto, o sistema de garantia da qualidade de hoje possui significativamente muito mais desafios do que os de apenas alguns anos atrás.

¹Professor do Curso de Tecnólogo em Automação Industrial, IFSP - Campus Cubatão

A complexidade das placas eletrônicas está aumentando, com mais componentes, mais juntas de solda, densidades mais elevadas, novas tecnologias de encapsulamentos de componentes, tais como: 01005, *ultra fine-pitch* e BGA. Ao mesmo tempo, existem mais alternativas de equipamentos de inspeção e teste com novas tecnologias (ORESJO, 2008; ORESJO, 1999). Existem atualmente dois tipos principais de tecnologia de montagem de placas eletrônicas: a tecnologia de montagem através de furos, conhecida pela sigla THT (*Through-Hole Technology*), e a tecnologia de montagem em superfície, denominada pela sigla SMT (*Surface Mount Technology*). O processo de montagem THT consiste basicamente de duas atividades fundamentais: inserção manual de componentes e soldagem dos componentes pela máquina de solda por onda. As placas eletrônicas de tecnologia THT dominou o mercado até o final dos anos 80 vem sendo substituída pela montagem SMT. O processo de montagem SMT é um processo totalmente automatizado e consiste de três etapas principais. A primeira consiste na deposição da pasta de solda sobre a superfície da placa eletrônica, em seguida são inseridos os componentes eletrônicos nos locais onde foi aplicada a pasta de solda, e por fim, é realizada a soldagem por refusão (DORO, 2004; COOMBS, 2001).

O processo de montagem de placas eletrônicas envolve um grande número de fatores relacionados ao produto e processo, que podem gerar defeitos, influenciando diretamente na qualidade final do produto. Para prevenir e controlar esses defeitos é fundamental conhecer os tipos, as causas e as consequências de cada defeito, bem como, as variáveis críticas do processo e os sistemas de inspeção e testes capazes de detectá-los.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um aplicativo integrando recursos de Inteligência Artificial, linguagem de programação de alto nível e uma base de dados capaz de dar suporte ao Sistema de Garantia da Qualidade do processo de montagem de placas eletrônicas.

2 VISÃO GERAL DO APLICATIVO

O aplicativo desenvolvido, nomeado de *PCBA SmartQuality (Printed Circuit Board Assembly SmartQuality)*, integra métodos de engenharia da qualidade, base de dados contendo informações sobre o produto e o processo e recursos de Inteligência Artificial. Sua função é armazenar e tornar rapidamente acessível, aos diferentes níveis organizacionais da empresa, informações sobre a qualidade do produto e o desempenho dos processos. Adicionalmente, este aplicativo agrega Sistemas Especialistas para interagir com planejador durante o planejamento da inspeção e com o analista, durante o controle e avaliação dos dados de inspeção.

O *PCBA SmartQuality* atua nos diferentes níveis organizacionais com objetivos específicos. No nível operacional, são registrados os dados de inspeção para avaliação e atualização dos resultados. No nível de condução da qualidade, a meta é gerar um diagnóstico rápido em presença de desvios detectados pela inspeção. Já no nível de planejamento, o objetivo é a predição da qualidade a partir do plano de controle criado. Finalmente, no nível gerencial, são gerados indicadores demonstrando a qualidade atingida (DORO, 2009). A figura 1 ilustra a atuação do *PCBA SmartQuality* na estrutura organizacional de gestão da qualidade.

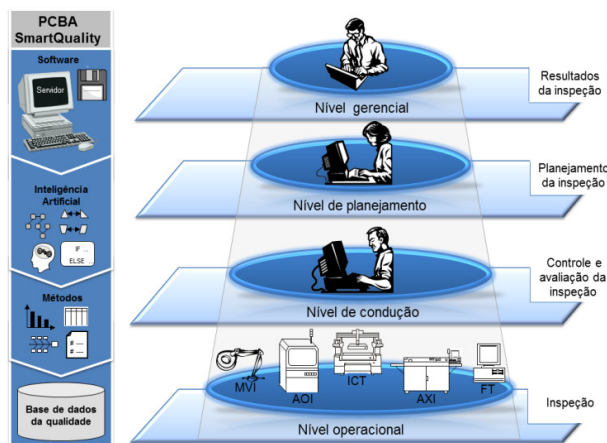


Figura 1 - Visão Geral do PCBA SmartQuality

3 PRINCIPAIS RECURSOS DO APLICATIVO

O *PCBA SmartQuality* apresenta um menu principal para navegar em todas as opções do aplicativo, que foram agrupadas em três submenus: Introdução do novo produto, Planejamento da Qualidade, Inspeção e Controle dos dados da inspeção. Para a realização desse aplicativo, utilizou-se a plataforma de desenvolvimento Delphi em conjunto com o gerenciador de base de dados relacional *Firebird* e os *shells ExpertsSINTA* e *Netica* para criação e execução dos Sistemas Especialistas. Os itens a seguir destacam as principais funções contidas em cada submenu.

3.1 Introdução do Novo Produto

Esta opção é acessada sempre que um novo produto será produzido pela primeira vez. Sua função é criar uma base de informações sobre os produtos, que será utilizada pelo software para execução de tarefas específicas como: totalizar as oportunidades de defeitos por placa, listar os valores de referência dos componentes de cada placa durante a inspeção, gerar modelos gráficos da placa, e assim por diante. Além disso, esse submenu serve para organizar e gerenciar as informações dos diversos produtos montados pela empresa e ainda agilizar a introdução de um novo produto na linha. Nessa opção, são registradas informações gerais usadas para criar uma identidade única para cada modelo de placa eletrônica montada na empresa. As principais informações cadastradas nesta parte do software são: identificação da placa eletrônica, lista de coordenadas, lista de materiais, tipos de componentes e oportunidades de defeitos. Destaca-se que a maioria destas informações pode ser importada automaticamente de um arquivo com formato ODB⁺⁺.

3.2 Planejamento da Qualidade

Este submenu deve ser acessado sempre que uma nova placa será montada ou quando for pertinente fazer alguma atualização no planejamento da inspeção do produto ou atualizar as informações relacionadas ao processo. Sua função é definir os possíveis defeitos encontrados pela inspeção e suas causas raízes, estabelecer a estratégia de inspeção e teste e o plano de controle da placa a ser montada e definir as oportunidades de defeitos das placas eletrônicas.

Para agilizar a criação do plano de controle e estratégia de teste para uma nova placa, foi incluída uma opção para indicar o produto de maior similaridade da base de dados, a

qual utiliza o recurso do algoritmo NNA (*Nearest Neighbors Algorithm*). Além disso, para auxiliar o planejador a definir a melhor forma de inspecionar o produto e o processo, foi inserida nesta opção uma interface de comunicação com o aplicativo *Netica* para a execução do Sistema Especialista Probabilístico (redes bayesianas) de Predição da Qualidade (DORO, 2009) (Figura 2).

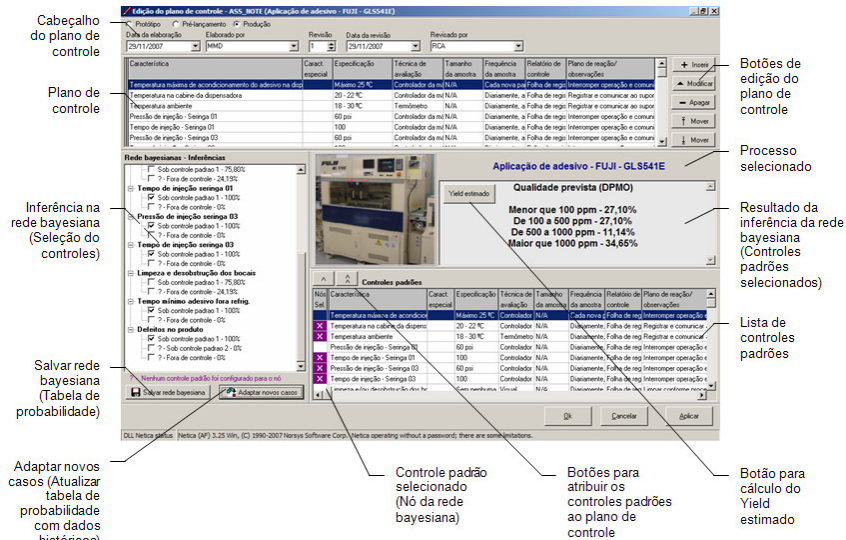
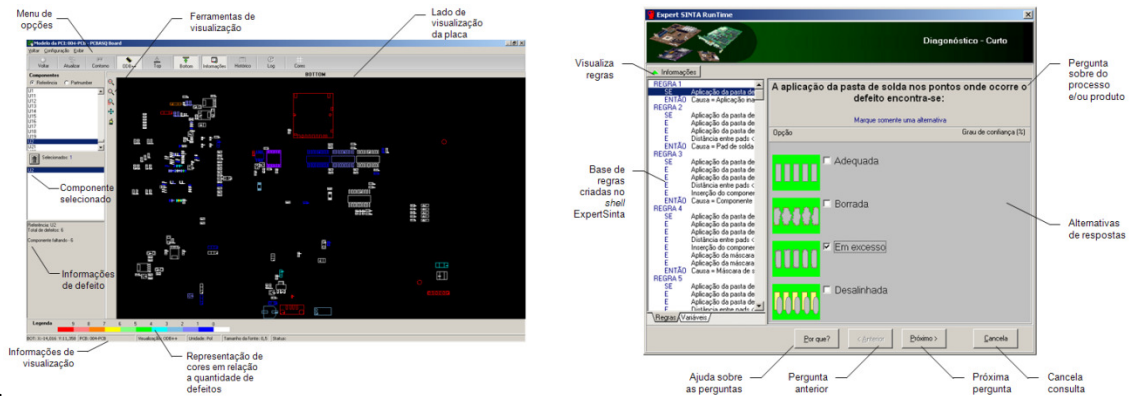


Figura 2 - Sistema Especialista Probabilístico de predição da qualidade integrado ao shell Netica para auxiliar na criação dos planos de controles.

3.3 Inspeção e Controle dos dados

Esta opção deve ser acessada na etapa de montagem da placa eletrônica. Seu objetivo é cadastrar os defeitos encontrados na placa eletrônica durante a inspeção de produto e a qualidade atingida pelo processo, a partir da realização das características de controles indicada pelo plano de controle. Seu intuito também é de facilitar e agilizar a tarefa do analista da qualidade na verificação dos dados de inspeção e de uma possível intervenção no processo (Figura 3). Além disso, são registrados os indicadores da qualidade de processo e de produto em campo para verificação da eficácia da do sistema da garantia da qualidade.



Visualização gráfica do modelo de placa eletrônica com escala de cores de acordo os defeitos encontrados Sistema Especialista de diagnóstico de defeitos do processo baseado em regras integrado ao shell ExpertSinta

Figura 3 – Telas de inspeção e controle dos dados de inspeção

4. IMPLANTAÇÃO E RESULTADOS

O software *PCBA SmartQuality* foi instalado no ambiente fabril do *LABelectron* (Laboratório-Fábrica de Desenvolvimento e Testes de Processos e Produtos Eletrônicos) situado em Florianópolis-SC. Sua implantação gerou uma série de melhorias para o sistema de garantia da qualidade da empresa, algumas delas visualizadas de forma imediata e outras somente a médio e longo prazo.

A melhoria que ficou mais evidente após foi uma agilidade no monitoramento dos dados inspeção e na tomada de ação para os desvios nos processos. Uma vez iniciada a operação dos módulos de inspeção e de indicadores visualizou-se de forma bem clara e ágil os problemas que não eram percebidos anteriormente ou eram percebidos fora de tempo, quando a solução para o problema já não fazia mais efeito para a qualidade. A disposição das informações por diferentes tipos de gráficos e através de um conjunto de indicadores da qualidade facilitou bastante a visualização dos problemas da qualidade. Visto que um problema foi detectado, o módulo de diagnóstico do processo assessorou na correção, pois este dispunha de forma registrada e sistematizada em passos (regras) toda a experiência acumulada pela empresa em solucionar os problemas de processo. Através dos módulos de inspeção, indicadores e diagnóstico do processo foi possível obter um aumento da confiabilidade e da flexibilidade operativa durante o diagnóstico dos defeitos, a redução do tempo de diagnóstico e consequentemente, a redução de retrabalhos e refugos. A figura 4 ilustra um exemplo de como o software ajudou a solucionar um problema da qualidade na produção de uma placa específica.

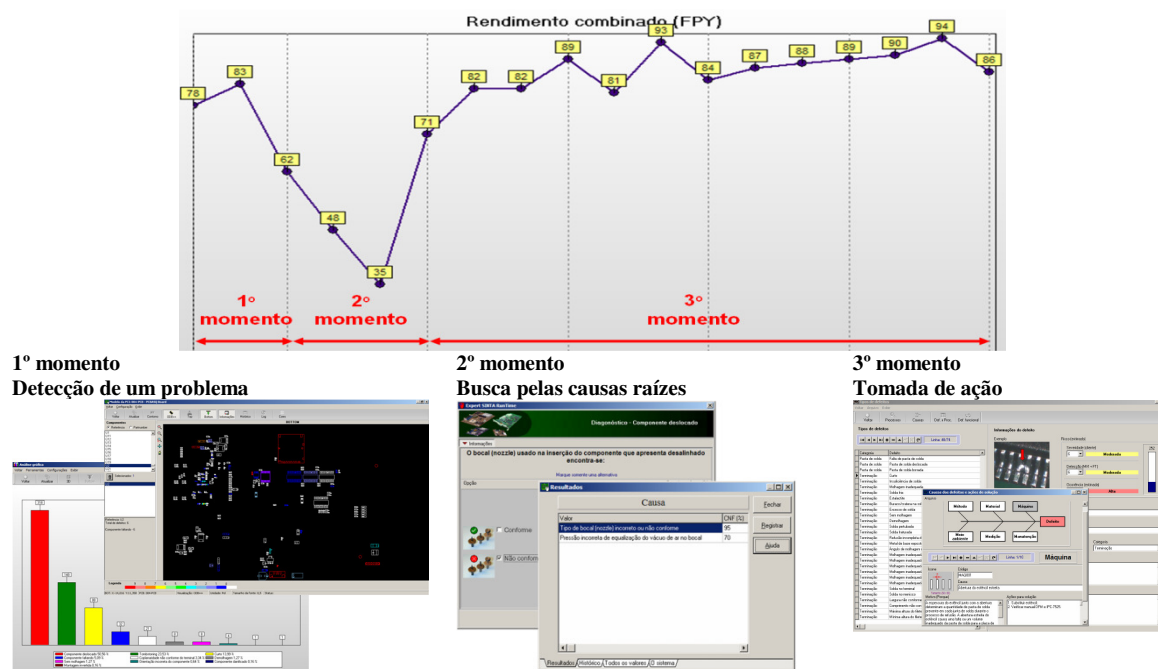


Figura 4 - Interação do software *PCBA SmartQuality* na detecção e solução de um problema da qualidade durante produção

Outra melhoria bastante expressiva para o sistema de garantia da qualidade atingida com a implantação do software refere-se à tecnologia da informação. O *PCBA SmartQuality* elevou enormemente a eficácia de armazenamento, processamento e comunicação da informação da qualidade na empresa. Isso foi possível devido sua estrutura ser concebida para operar na forma cliente-servidor. Deste modo, os múltiplos usuários dos diversos setores da empresa têm acesso a um mesmo banco de dados

contendo informações sobre a qualidade dos produtos e conhecimento sobre os processos produtivos.

O gerenciamento eficiente das informações da qualidade, incluindo tipos de controles, indicadores, especificações dos produtos, dados de inspeções, etc., tornou o planejamento da inspeção mais consistente e sistematizado. Além disso, viabilizou o reaproveitamento e o acúmulo de informações obtidas das lições aprendidas e experiências de sucesso dos lotes anteriores, a fim de serem aplicadas na produção dos novos produtos.

REFERÊNCIAS

COOMBS, C. F. **Printed Circuits Handbook**. McGraw-Hill, New York, 5th Edition, 2001.

DORO, M. M. **Redes Bayesianas para dar suporte ao planejamento da inspeção na produção em pequenos lotes**. *Produto & Produção*, vol. 10, n. 2, p. 28 - 43, jun. 2009

DORO, M. M. **Solução integrada para auxiliar na garantia da qualidade na produção em pequenos lotes**. Florianópolis, 2009. 125 f. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

DORO, M. M. **Sistemática para implantação da garantia da qualidade em empresas montadoras de placas de circuito impresso**. Florianópolis, 2004. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Metrologia Científica e Industrial.

ORESJO, S. **Results from 2007 Industry Defect Level and Test Effectiveness Studies**. IPC Printed Circuits Expo, APEX and Designers Summit, Paper Number S03-03, April 2008.

ORESJO, S. **A new test strategy for complex printed circuit board assemblies**. In Nepron West, CAHNERS EXPOSITION GROUP, pp. 1087-1099, 1999.