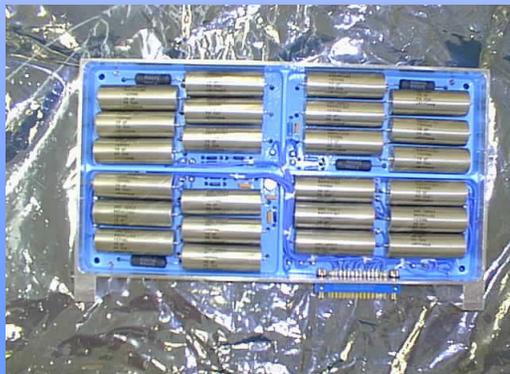
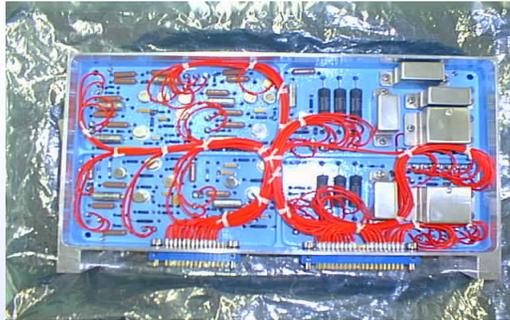




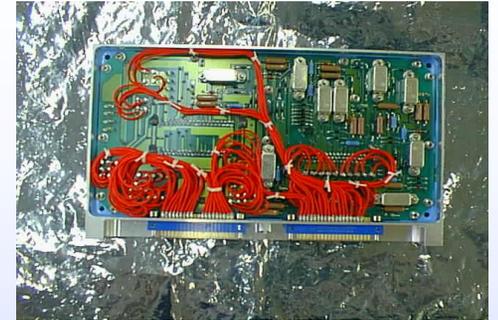
IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA INERCIAL



IV SBEIN

PALESTRA

MONTAGEM QUALIFICADA DE CIRCUITOS ELETRÔNICOS PARA APLICAÇÃO ESPACIAL



Alirio Cavalcanti de Brito
17 de novembro de 2004



MONTAGEM COM QUALIFICAÇÃO ESPACIAL

DEFINIÇÃO (1):

Montagem de equipamentos eletrônicos com qualificação ou qualidade espacial é o tipo de montagem que atende requisitos impostos pelo ambiente operacional da missão espacial. O resultado final da montagem deve ser fiel ao projeto que o gerou, para efeito de rastreabilidade, expressos nos documentos, desenhos e esquemas elétricos.

Os projetos e as especificações mecânicos e eletro-eletrônicos devem atender todos os requisitos indispensáveis ao sucesso da missão espacial.



MONTAGEM COM QUALIFICAÇÃO ESPACIAL

DEFINIÇÃO (2)

MONTAGEM tem dois significados para nós:

- 1- Ato ou efeito de montar; operação de reunir as peças de um dispositivo ou equipamento,**
- 2- Conjunto mecânico ou eletrônico (Também conhecido como Empacotamento Mecânico ou Eletrônico ou ainda, Eletro-mecânico).**

Empregamos os dois significados acima para MONTAGEM.

E, empregamos o segundo significado: Empacotamento para componentes, sub-sistemas, sistemas, etc.



MONTAGEM COM QUALIFICAÇÃO ESPACIAL

DEFINIÇÃO(3)

Montagem de Sistemas Eletrônicos Espaciais com Qualificação Espacial

É o resultado do projeto do empacotamento mais a realização da sua montagem que atendem os requisitos estabelecidos para o sistema eletrônico.

Estar qualificado é o mesmo que dizer que o projeto do empacotamento e a própria montagem atendem todos os requisitos impostos para uma determinada missão.

Estes requisitos são: requisitos operacionais, funcionais, ambientais (incluindo a armazenagem) etc.



EMPACOTAMENTO ELETRÔNICO

DEFINIÇÃO (4)

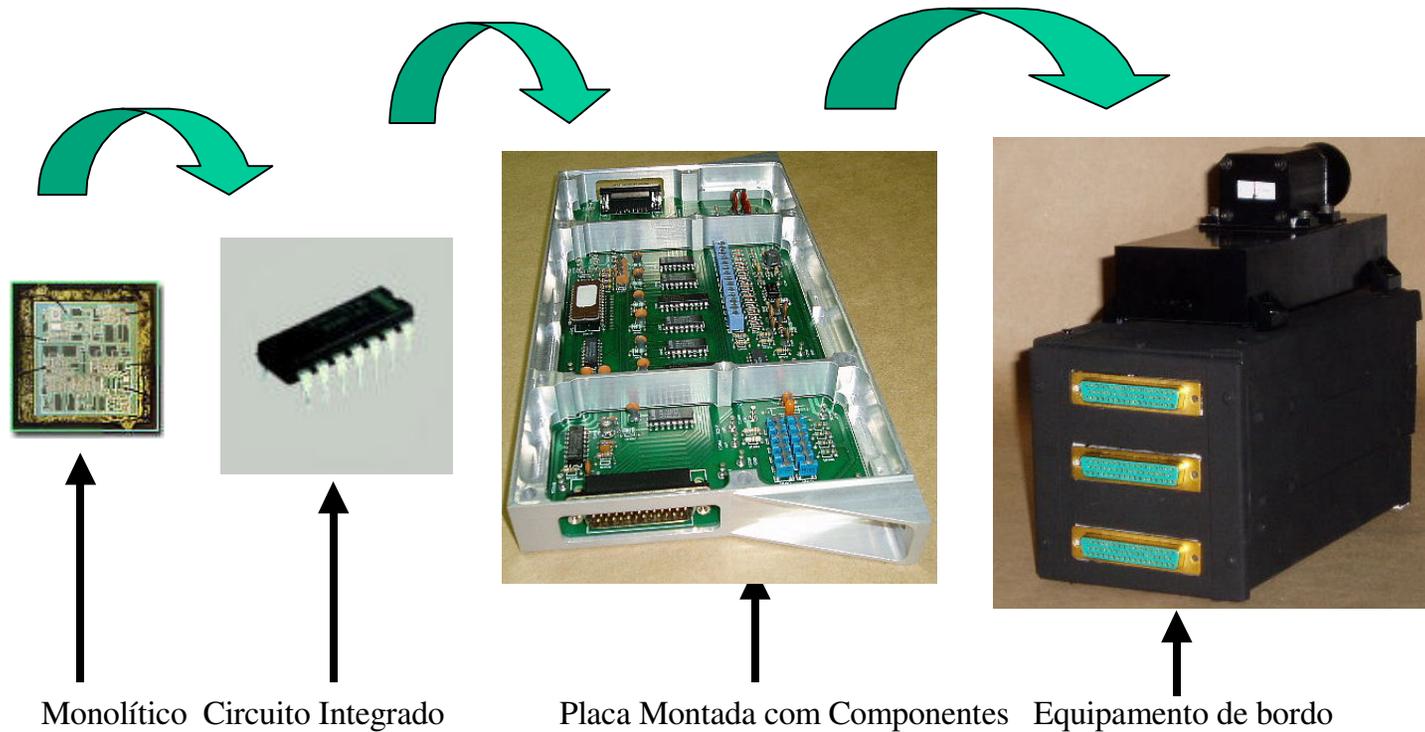
Estudo e projeto de acondicionamento de componentes, sub-conjuntos e conjuntos eletro-eletrônicos em diversos tipos de empacotamentos, a fim de atender requisitos específicos de funcionamento, relacionados às condições elétricas, térmicas e ambientais.

O empacotamento eletrônico pode se dar tipicamente em 7 níveis:

- 1. Monolíticos (p. ex. pastilha de silício);**
- 2. Componentes ativos (nas suas diversas formas, p. ex. circuito integrado);**
- 3. Componentes passivos (nas suas diversas formas, p. ex. na forma de chip);**
- 4. Módulos cerâmicos ou Circuitos Híbridos, tecnologia de filme fino e espesso;**
- 5. Placas de circuito impresso montada;**
- 6. Subsistema eletrônicos (p. ex. equipamentos eletrônicos de bordo);**
- 7. Sistemas eletrônicos (p. ex. montado em estrutura de satélite).**



EMPACOTAMENTO ELETRÔNICO



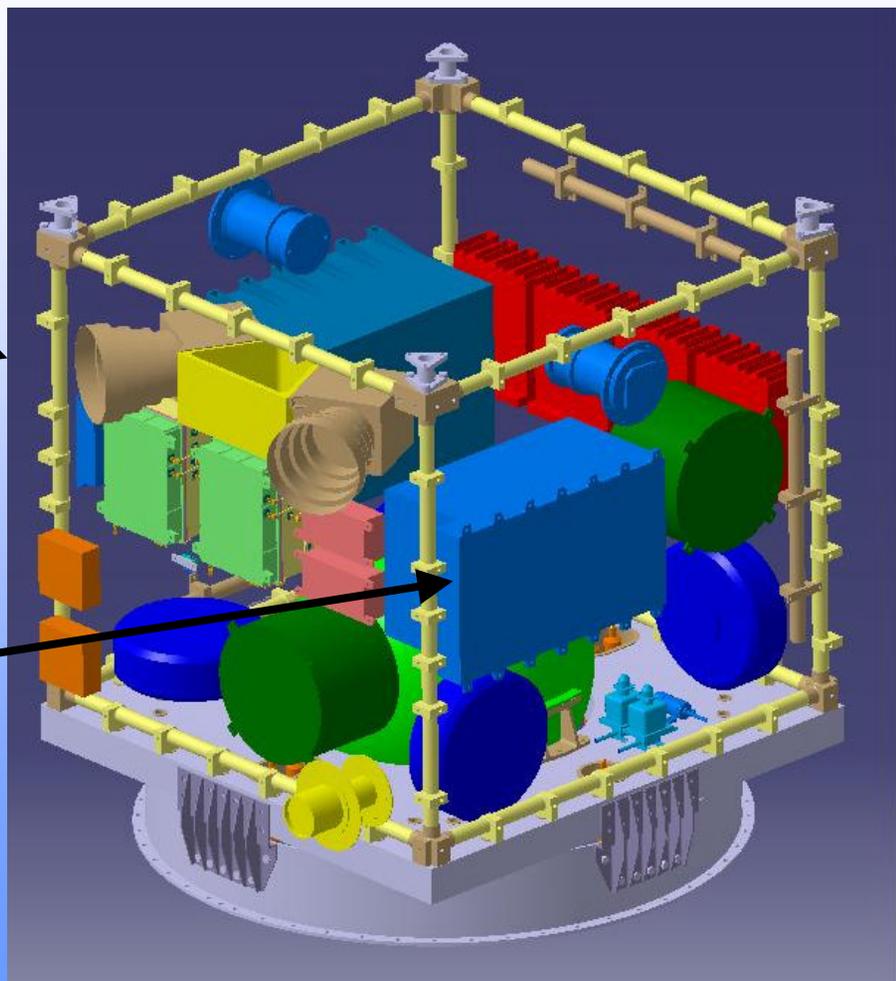


NÍVEIS DE EMPACOTAMENTO

PLATAFORMA MULTI MISSÃO

Empacotamento Nível de Sistema

Empacotamento Nível de Sub-Sistema





EMPACOTAMENTO ELETRÔNICO

REQUISITOS DE PROJETO DO EMPACOTAMENTO ELETRÔNICO

- Equipamento eletrônico deve ser projetado a fim de fornecer flexibilidade e intercambialidade ao sistema;
- Localização de montagens eletrônicas deve ser levada em consideração o balanceamento de massas, o centro de gravidade, o controle de temperatura, a cablagem e demais requisitos do sistema;
- Terminais ou pontas de fios ou de cabos não devem ser terminados dentro um furo metalizado em placas de circuito impresso usado para conexão elétrica (sempre usar terminais para esta finalidade);
- Layout do empacotamento dentro dos subconjuntos devem acompanhar o fluxo do sinal elétrico do circuito para minimizar comprimentos de condutores e interferências entre os sinais.



EMPACOTAMENTO ELETRÔNICO

REQUISITOS DE PROJETO (cont.)

- Circuitos devem ser separados de modo que os subsistemas, sistemas, e funções de acesso direto deixando a montagem sejam roteados para conectores individuais;
- Projeto de equipamentos deve considerar o espaço necessário para montagem de componentes em subconjuntos e conjuntos;
- Componentes eletrônicos com alta dissipação térmica dentro um de subconjunto deve ser montado de modo que a resistência térmica para a interface térmica primária (p.ex. estrutura do satélite) seja minimizada;
- equipamento eletrônico contendo volumes lacrados que possam aprisionar ou conter gases devem ser arejados adequadamente a menos que uma selagem hermética seja exigida para se atender um requisito funcional específico.



EMPACOTAMENTO ELETRÔNICO

REQUISITOS DE PROJETO (cont.)

- **Componentes eletrônicos sensíveis a radiação de alto-energia devem ser montados com blindagem adequada**
- **Projeto da blindagem de radiação deve ser baseado na massa e na eficiência de blindagem do material em tamanho, nas características físicas do componente eletrônico, no material, na localização do elemento sensível, etc.**
- **Projeto da blindagem deve prover proteção adequada contra radiação vindo de todas as direções no espaço.**



EMPACOTAMENTO ELETRÔNICO

CRITÉRIO DE PROJETO DE EMPACOTAMENTO ELETRÔNICO

- Máxima relação de massa de componentes eletrônicos para massa do conjunto;
- Máxima condutividade térmica entre elementos dissipativos de potência e dissipadores térmicos;
- Máxima acessibilidade para inspeções;
- Produtibilidade (capacidade de realização de fabricação);
- Peso mínimo prático;
- Facilidade de retrabalho quando necessário;
- Finalidade de aumentar o desempenho elétrico do equipamento;
- Projetos mecânicos estruturais conservativos para ambientes vibracionais; 
- Exceder o fator de segurança de tensão de “stress” de valor especificado por projeto (p. ex. 1.5) para o pior caso (fator de carga dinâmica);
- Projeto estrutural;
- Condutividade térmica.



MONTAGEM COM QUALIFICAÇÃO ESPACIAL

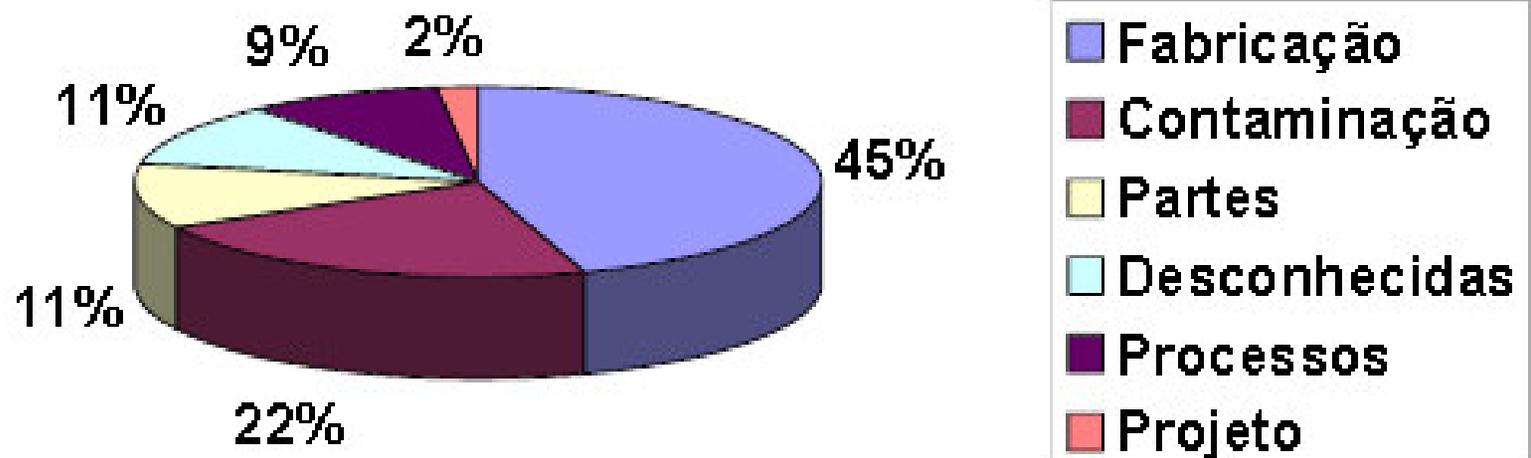
Devido, na maioria das vezes, a impossibilidade de substituição e a expectativa de operacionalidade dos equipamentos espaciais, deve-se garantir que os elementos mais sensíveis (componentes eletrônicos) não tenham a sua integridade (o mesmo que confiabilidade) ameaçada ao longo de sua vida ou seja:

- No processo de fabricação;
- No manuseio no fabricante;
- Na embalagem;
- No transporte até o cliente;
- Na inspeção de recebimento;
- No manuseio no cliente;
- Na operação de montagem.



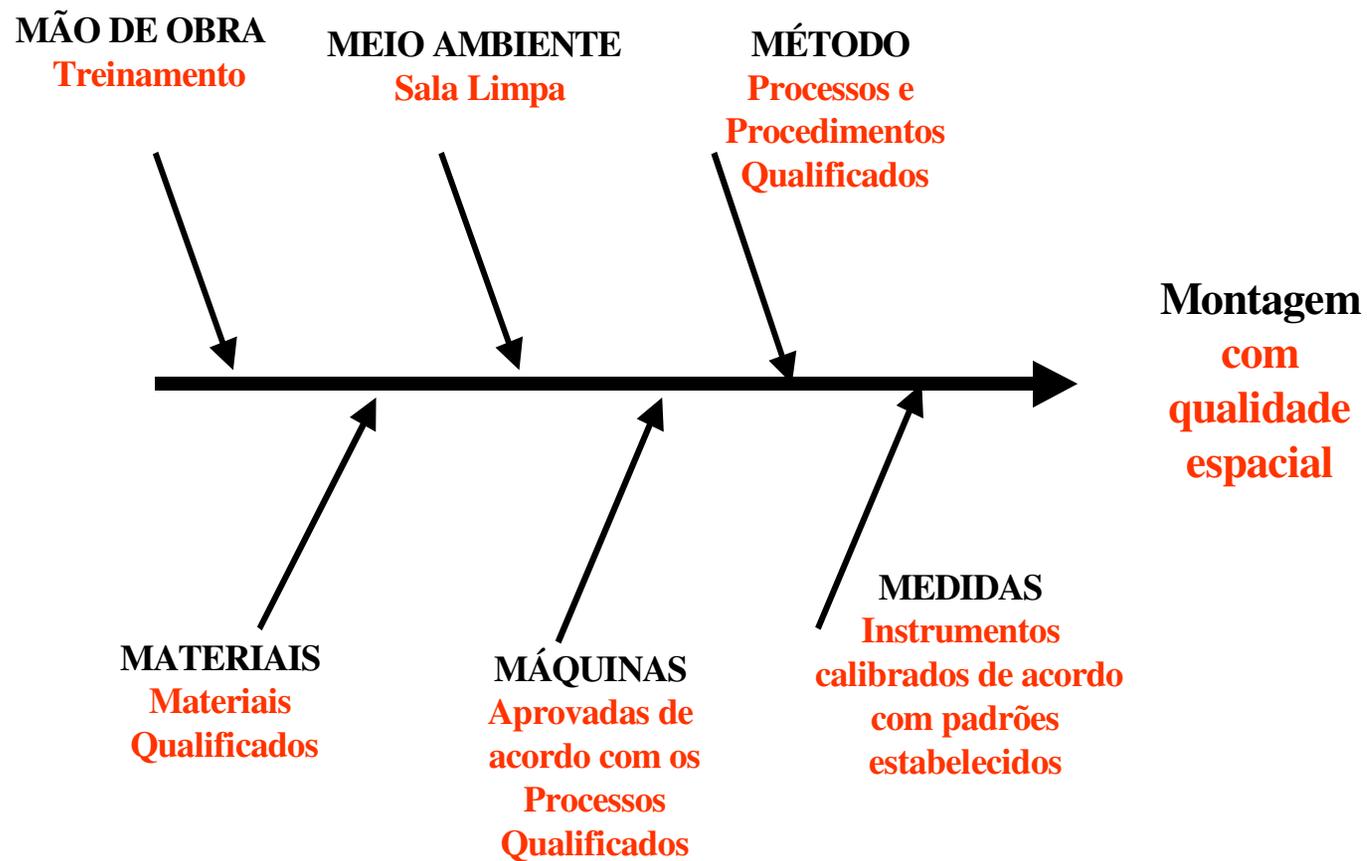
MONTAGEM ELETRÔNICA COM QUALIFICAÇÃO ESPACIAL

Distribuição Típica das Causas das Falhas em Nível de Sistema





MONTAGEM COM QUALIFICAÇÃO ESPACIAL





PROCESSO DE MONTAGEM ELETRÔNICA

- **Critérios de projeto de empacotamento eletrônico**
- **Projeto de equipamento eletrônico**
- **Documentos de fabricação**
- **Treinamento**
- **Instalações para montagem** 
- **Ferramental**
- **Manuseio de equipamento eletrônico** 
 - **descarga eletrostática**
 - **limpeza de equipamento eletrônico**
 - **manipulação de hardware**



EMPACOTAMENTO ELETRÔNICO

TREINAMENTO DE OPERADORES EM MONTAGEM

Treinamentos especialmente desenvolvidos no local e aulas de familiarização devem ser estabelecidos para eletrônica de vôo e de solo.

- Para eletrônica de bordo e de solo

- montagem de placas de circuito impresso;
- soldagem de componentes;
- confecção de cablagem, crimpagem, emendas de fios
- técnicas de “wire wrap”, conectores, ensaios;
- limpeza de caixas metálicas e placas montadas;
- aplicações de polímeros em placas com circuitos (adesivos, travas químicas, etc.);
- montagem mecânica, torques de parafusos, sequência de montagem, etc. ;
- modificações em circuitos (retrabalhos, reparos).



REINICIAR



MAIS FOTOS

Engenharia e Tecnologia Espacial

Serviço da Garantia do Produto

Alirio Cavalcanti de Brito: alirio@dss.inpe.br

Fotos de Equipamentos de Sub-sistemas da Plataforma Multi-Missão cedidas pela MECTRON



PROCESSO DE MONTAGEM



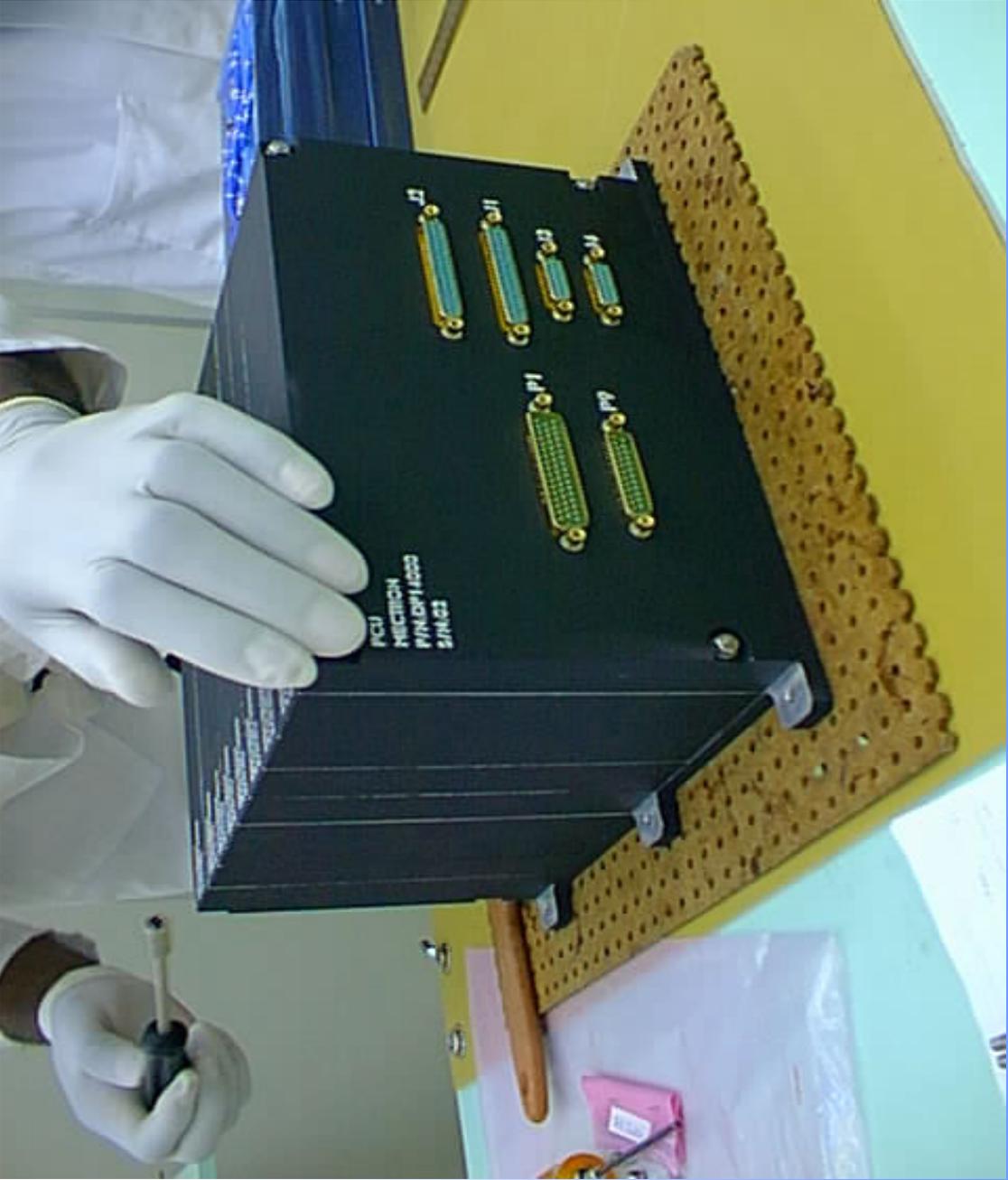
SALA LIMPA

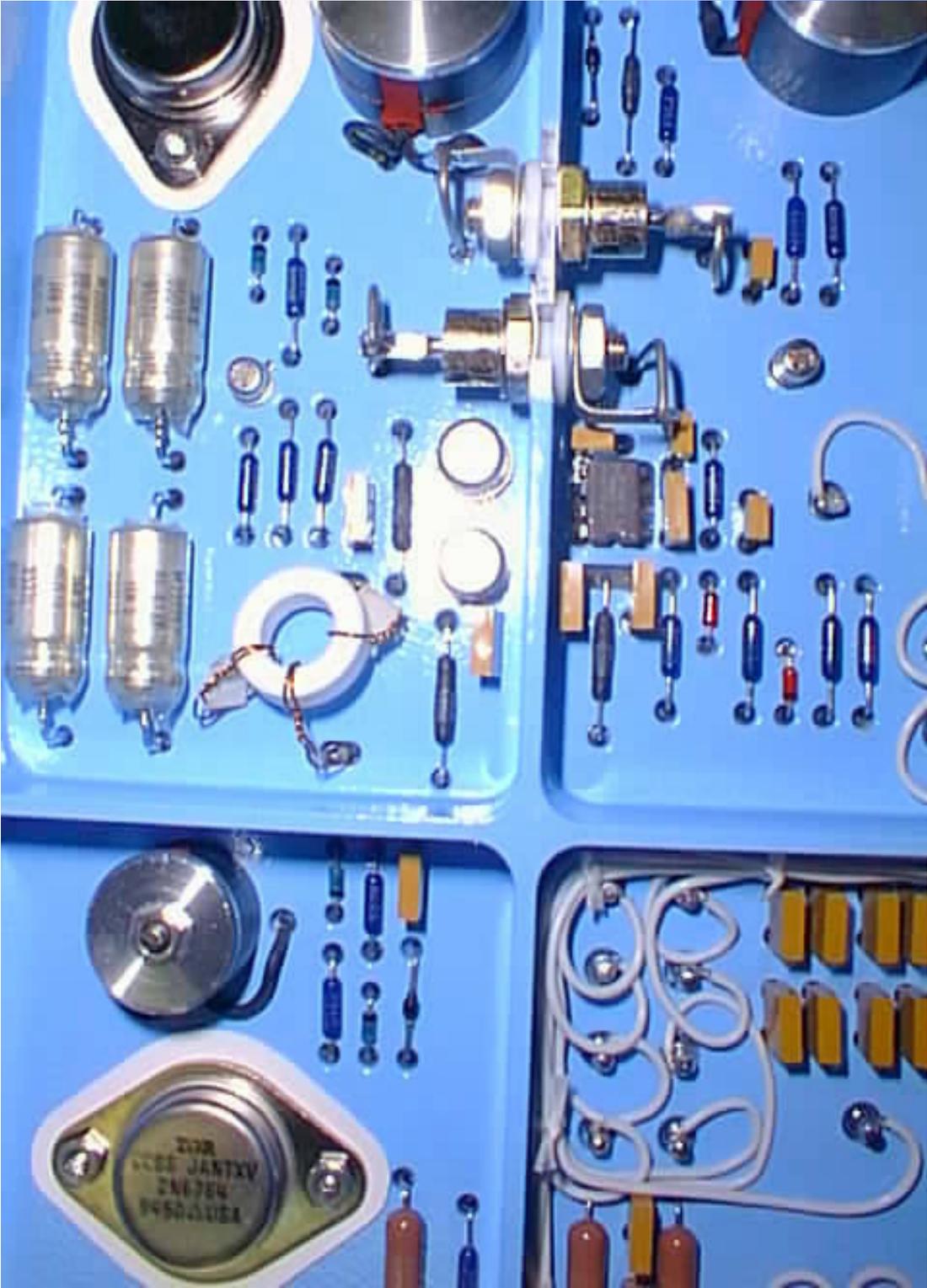


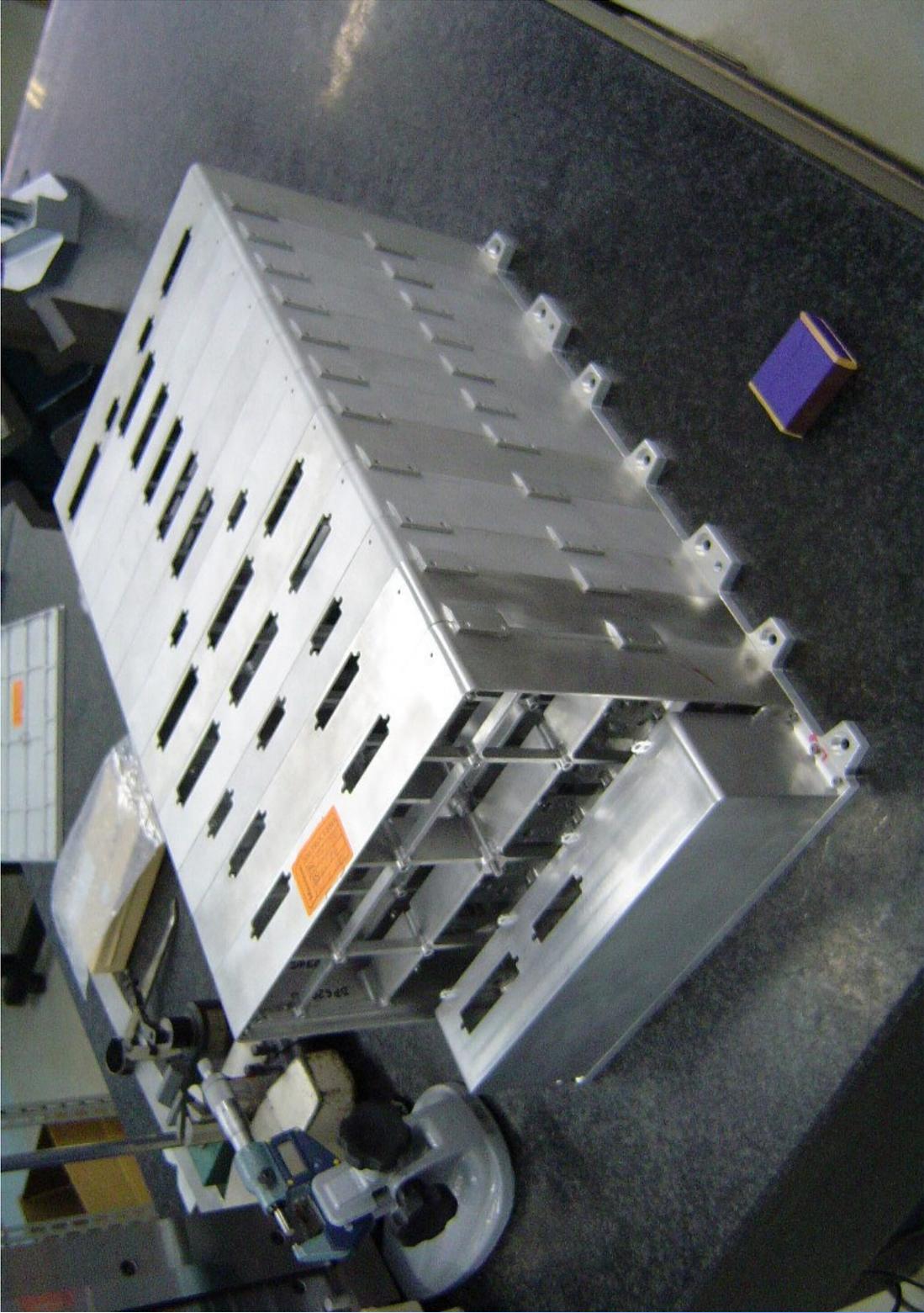




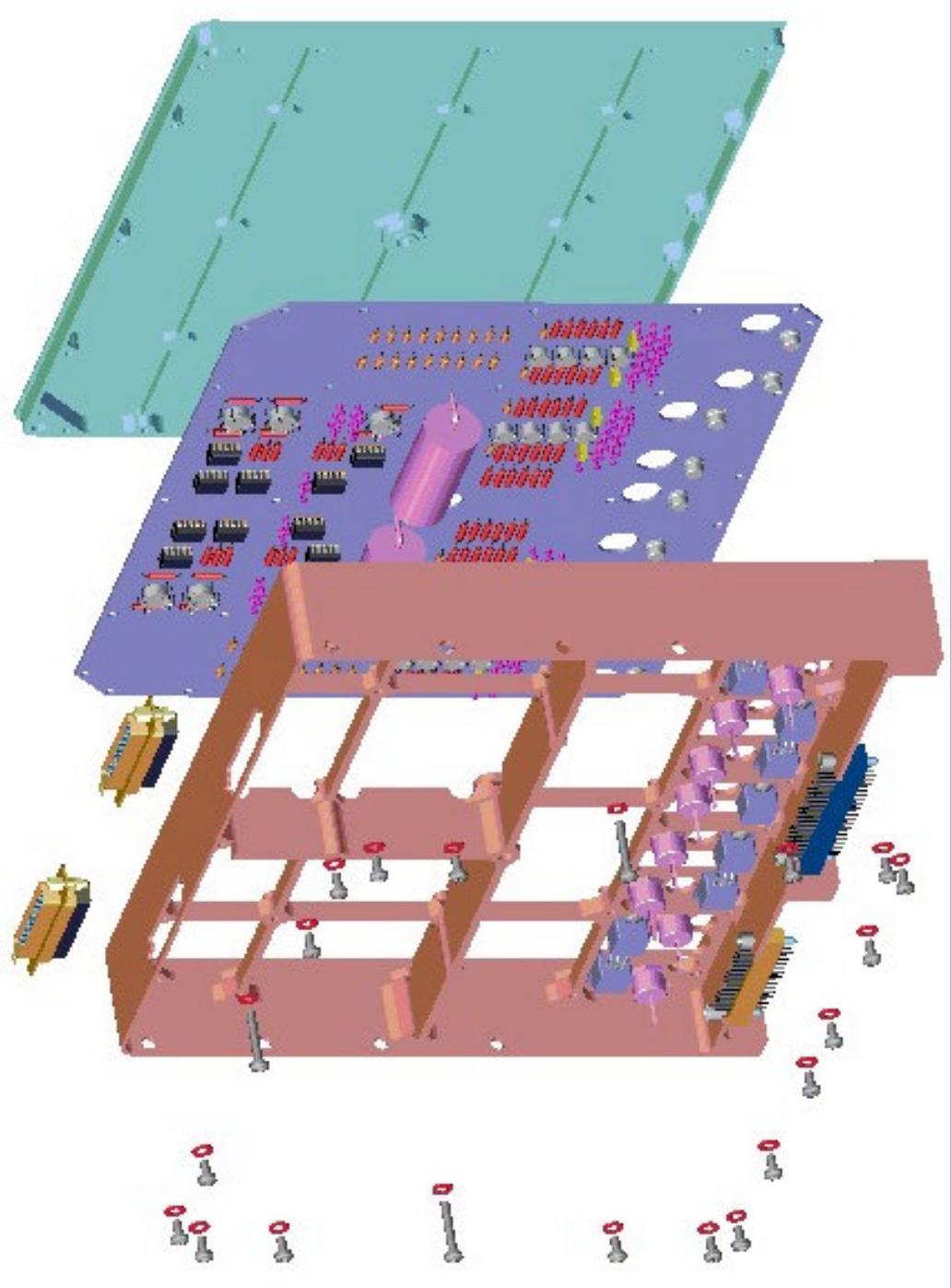


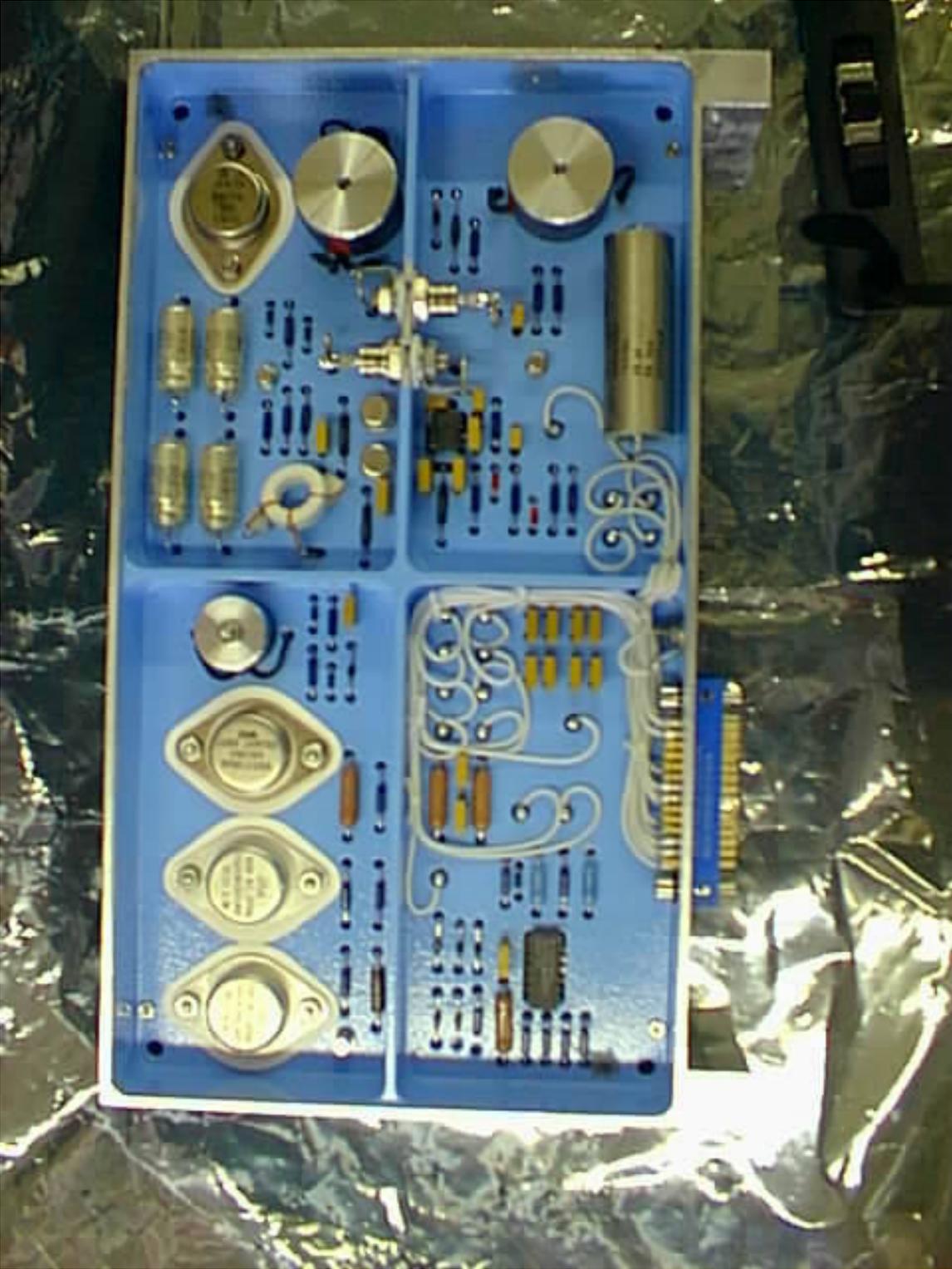


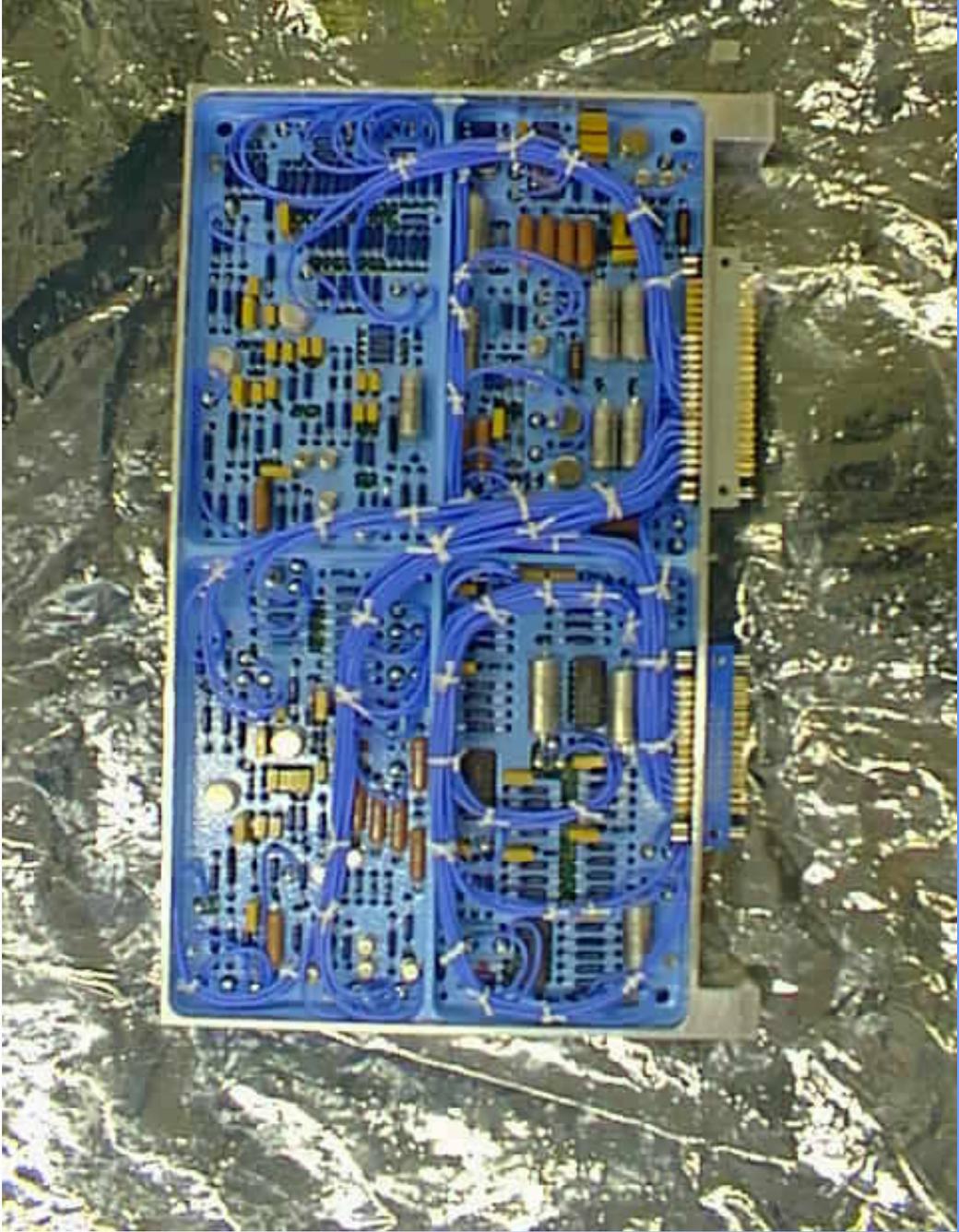


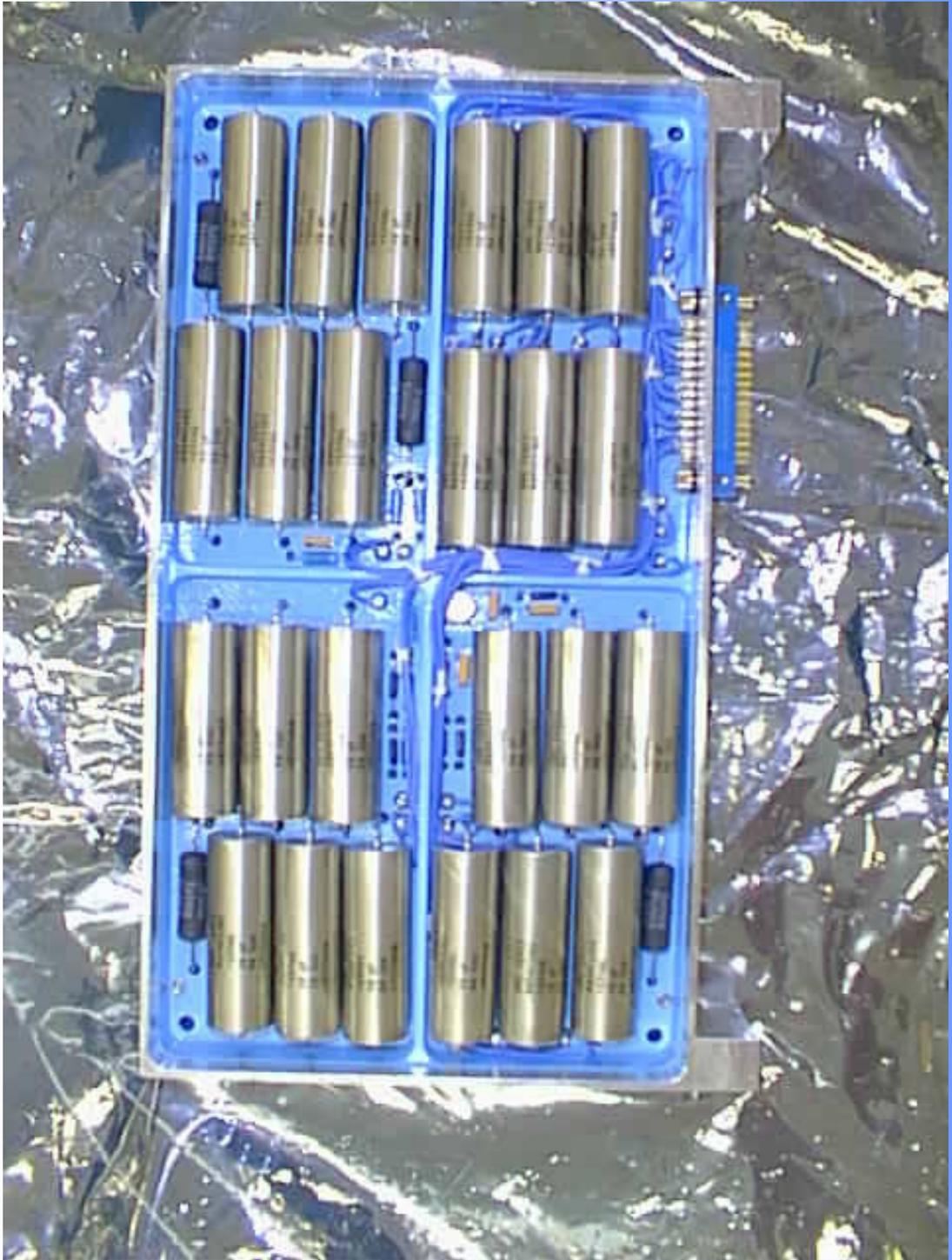


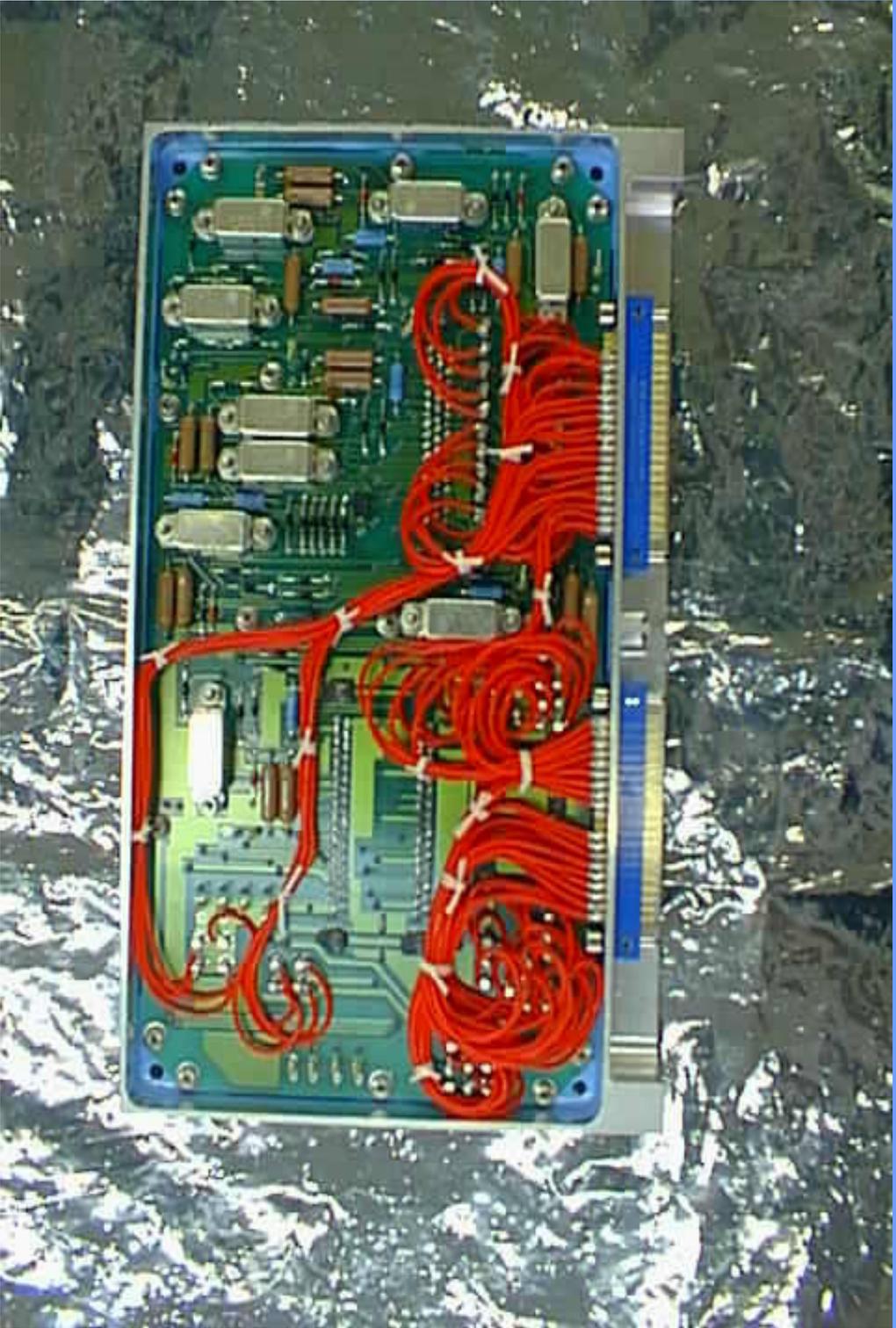


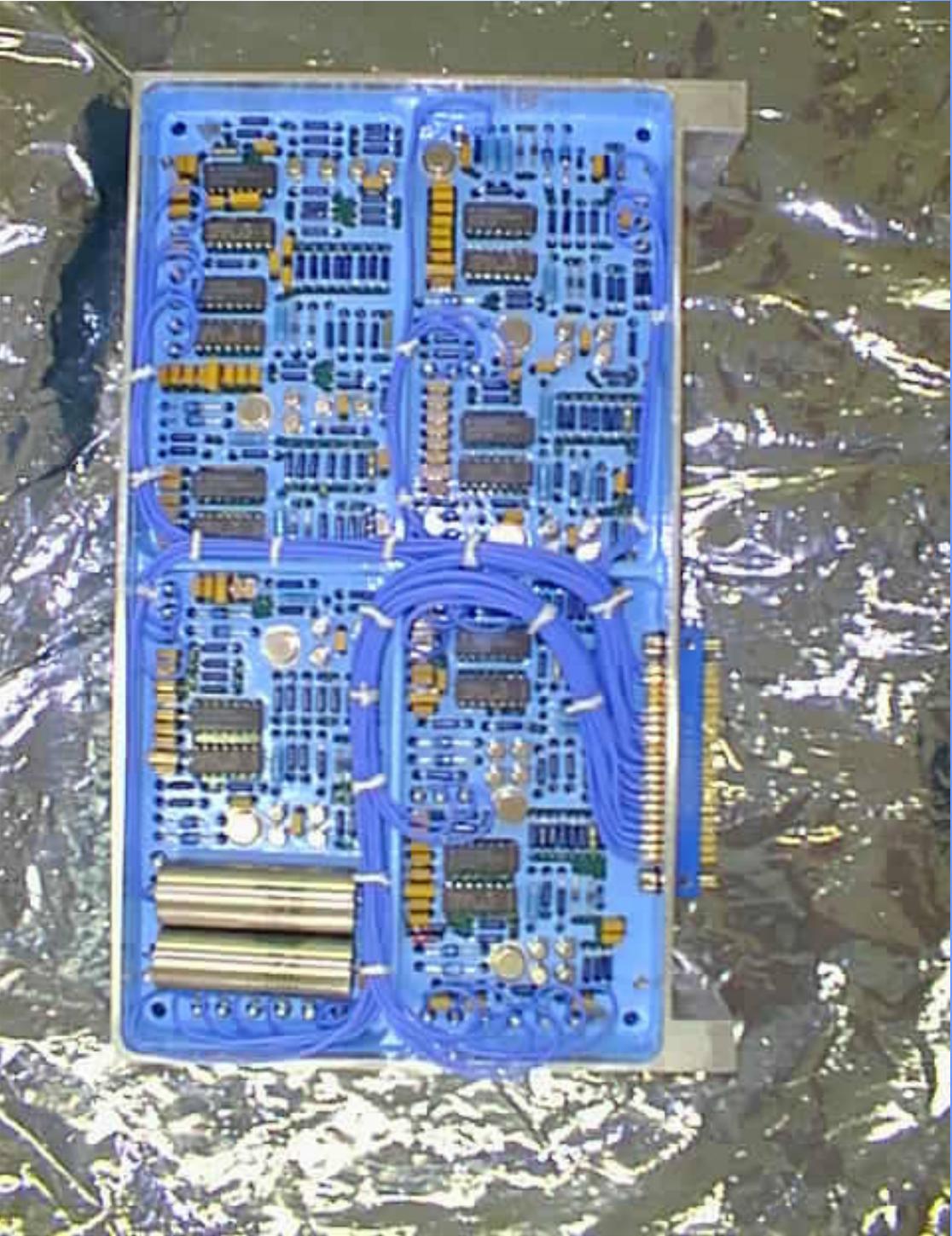


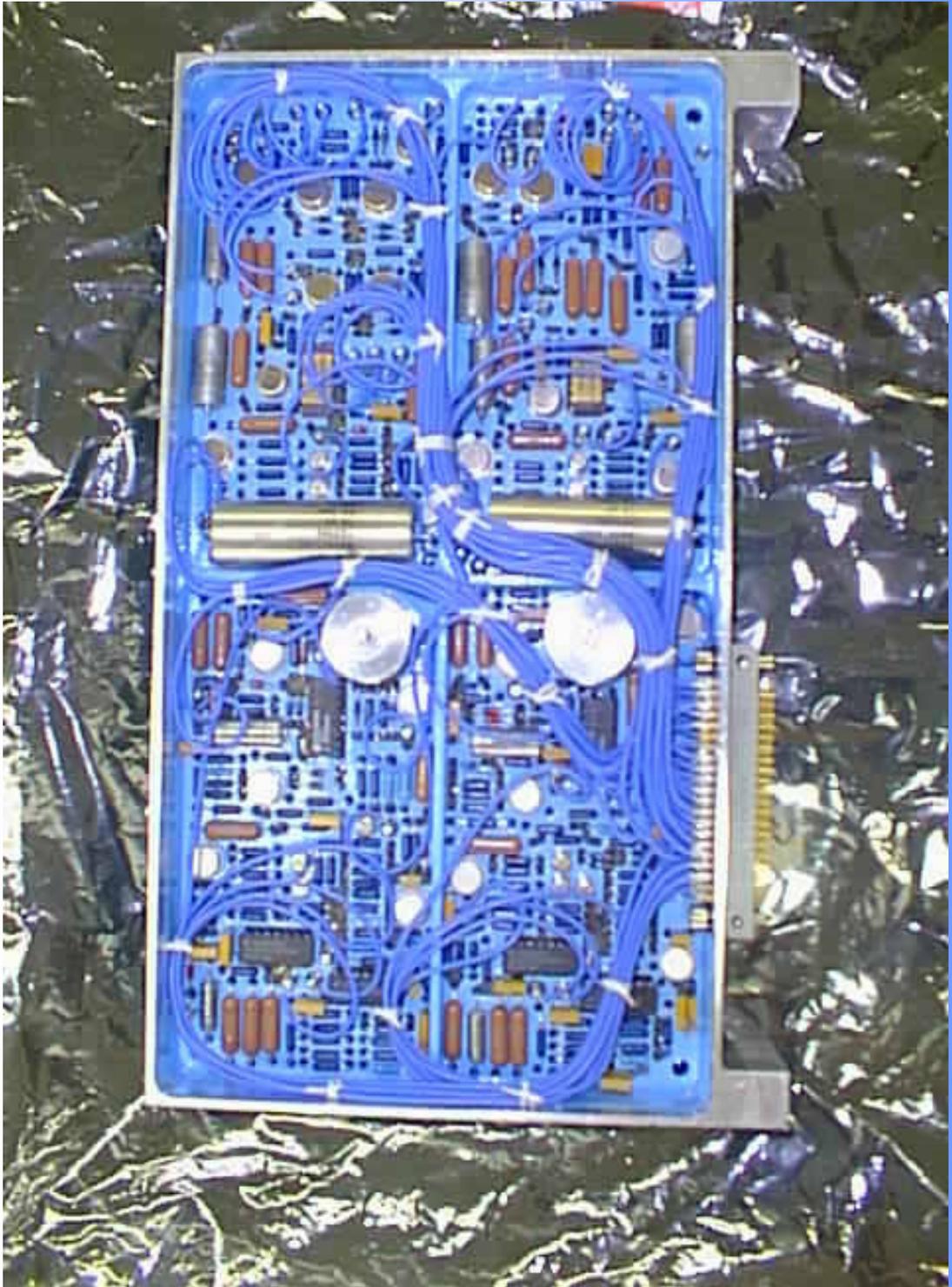


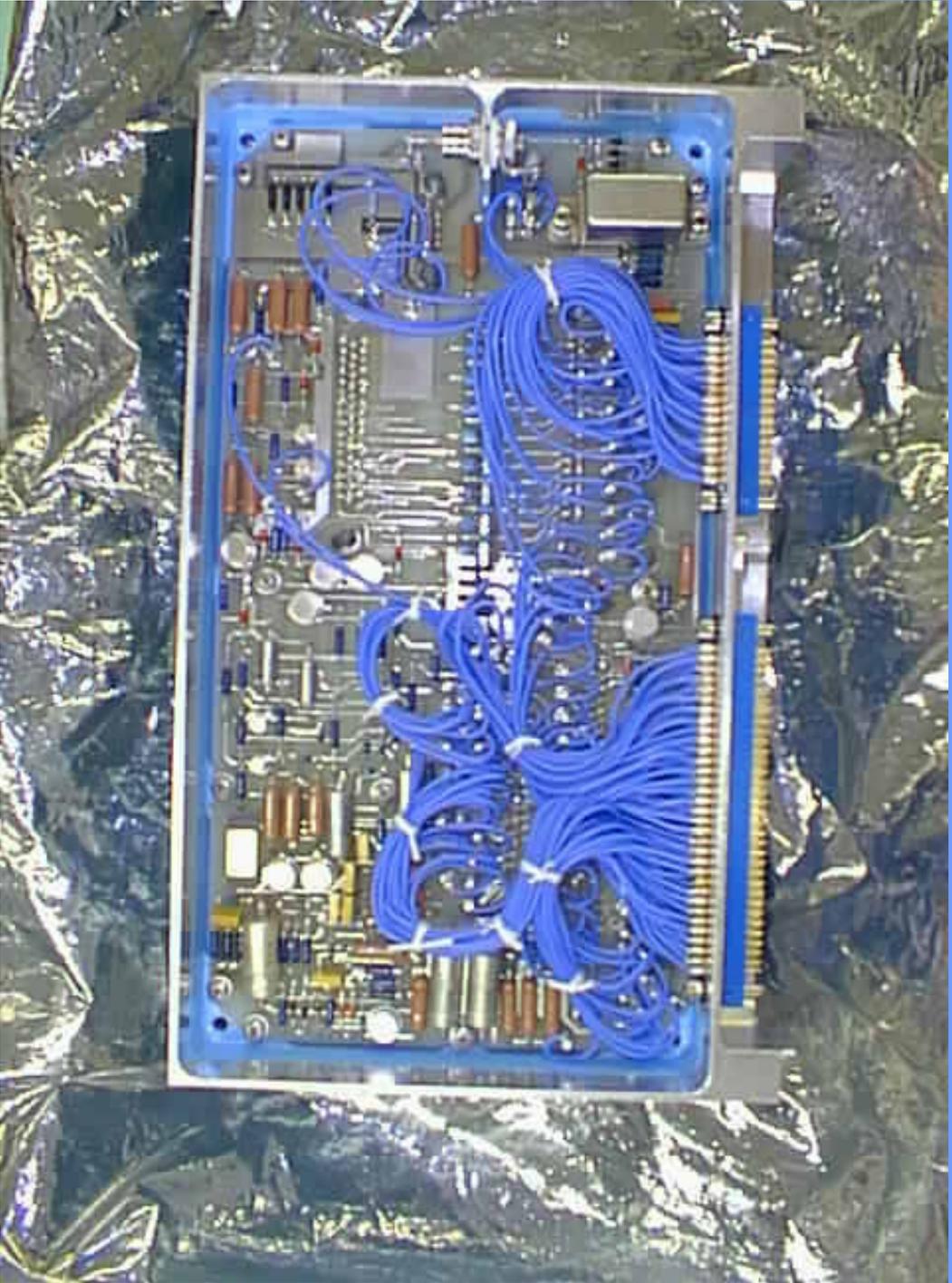


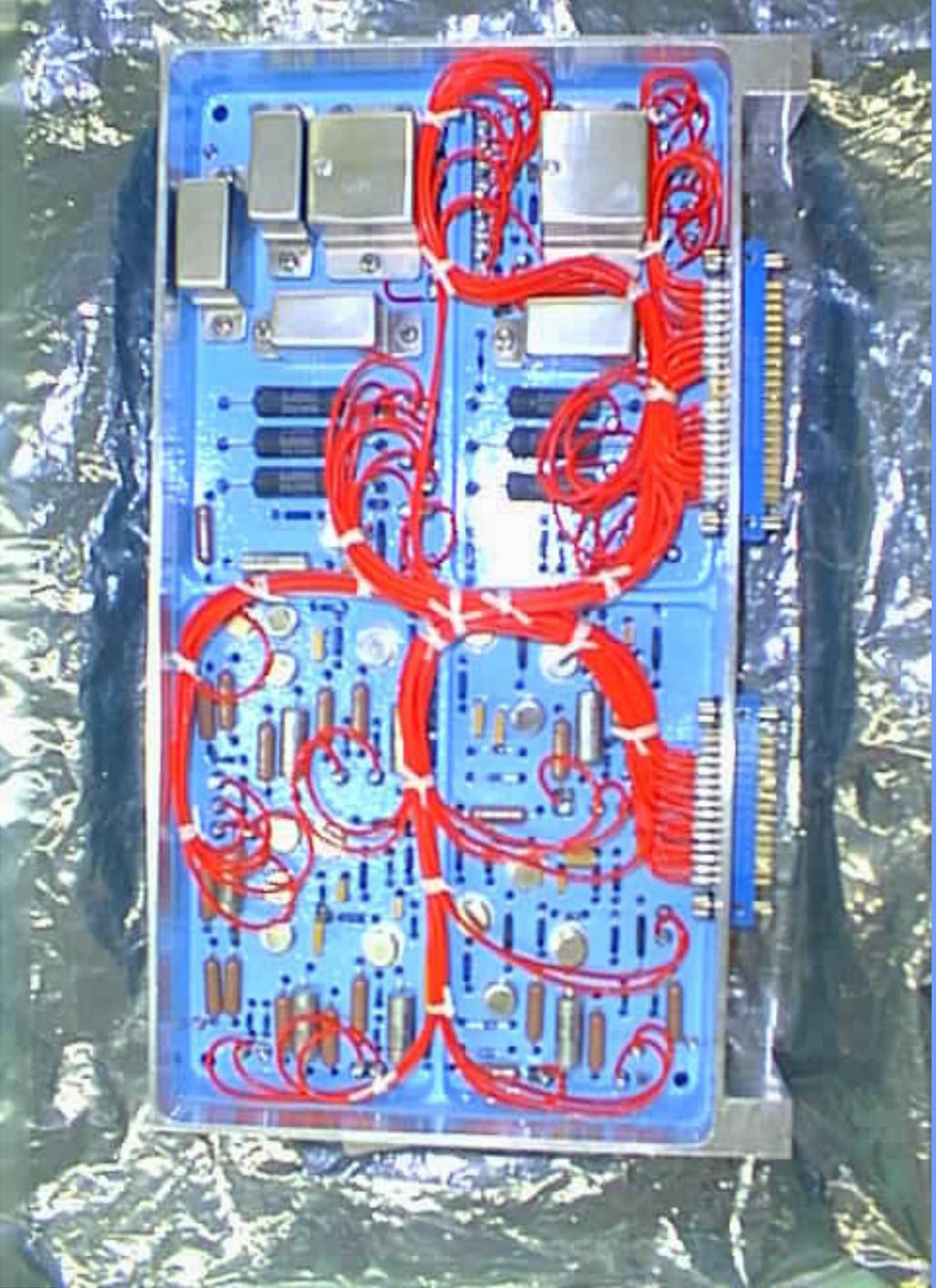


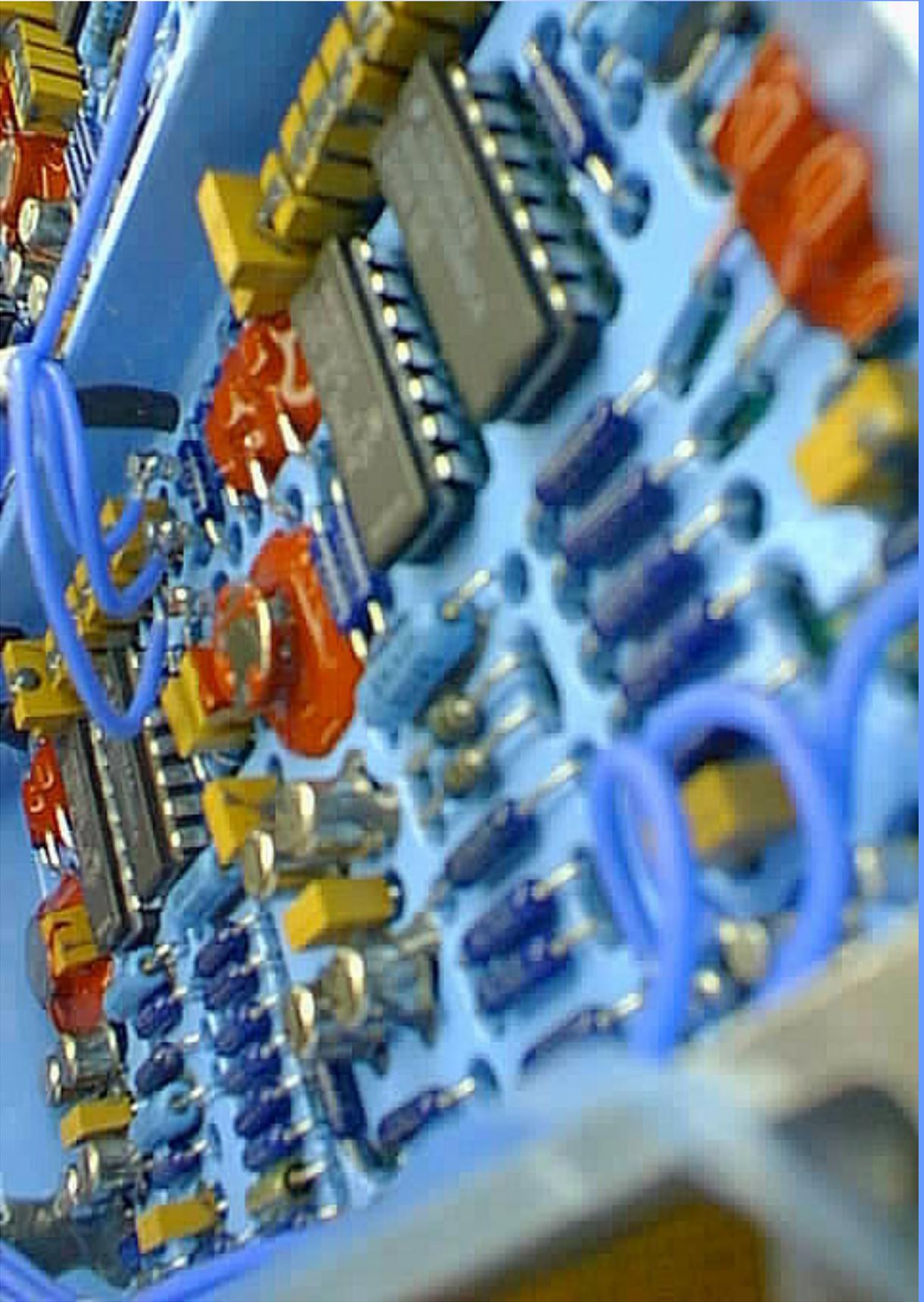


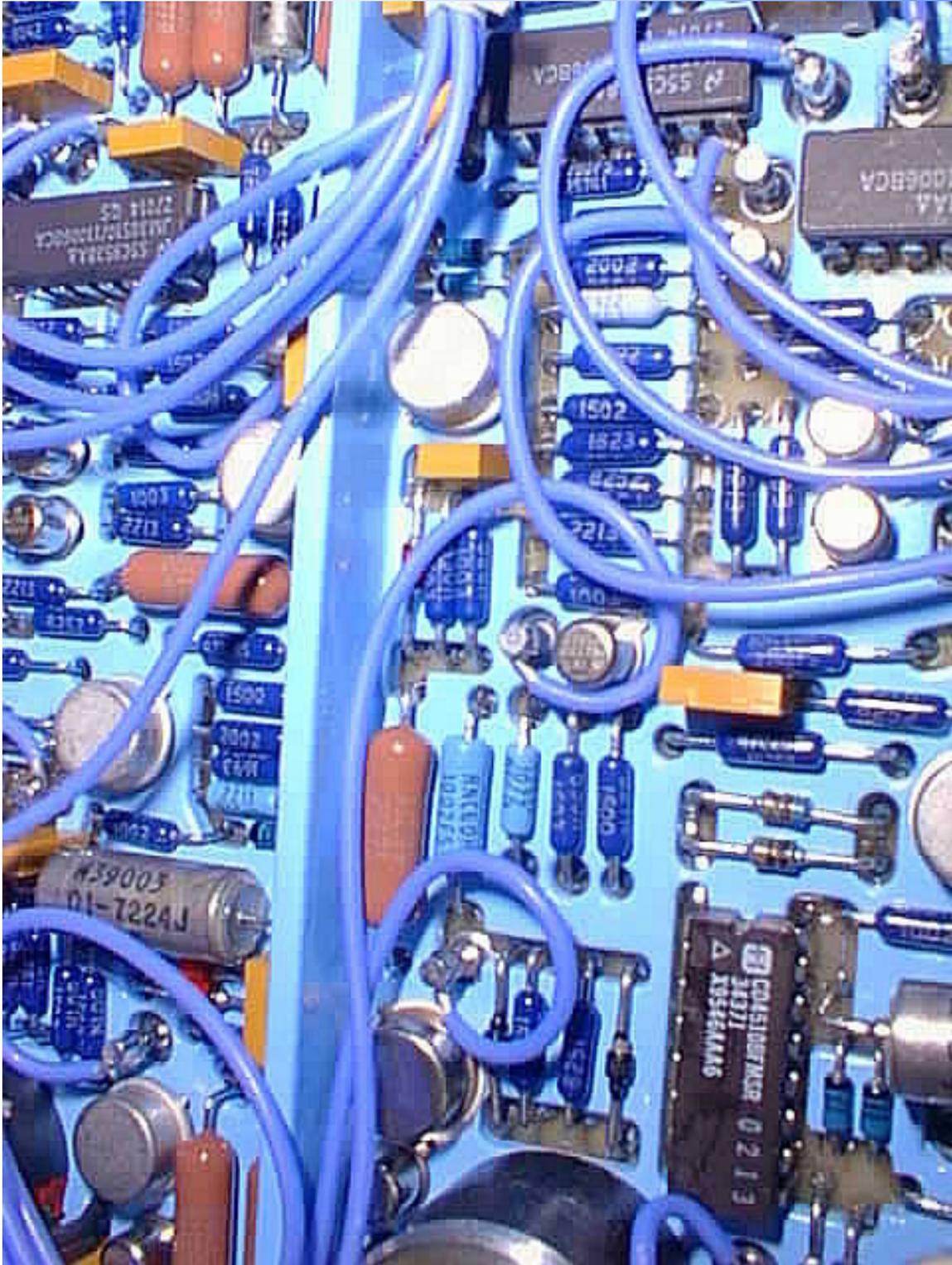


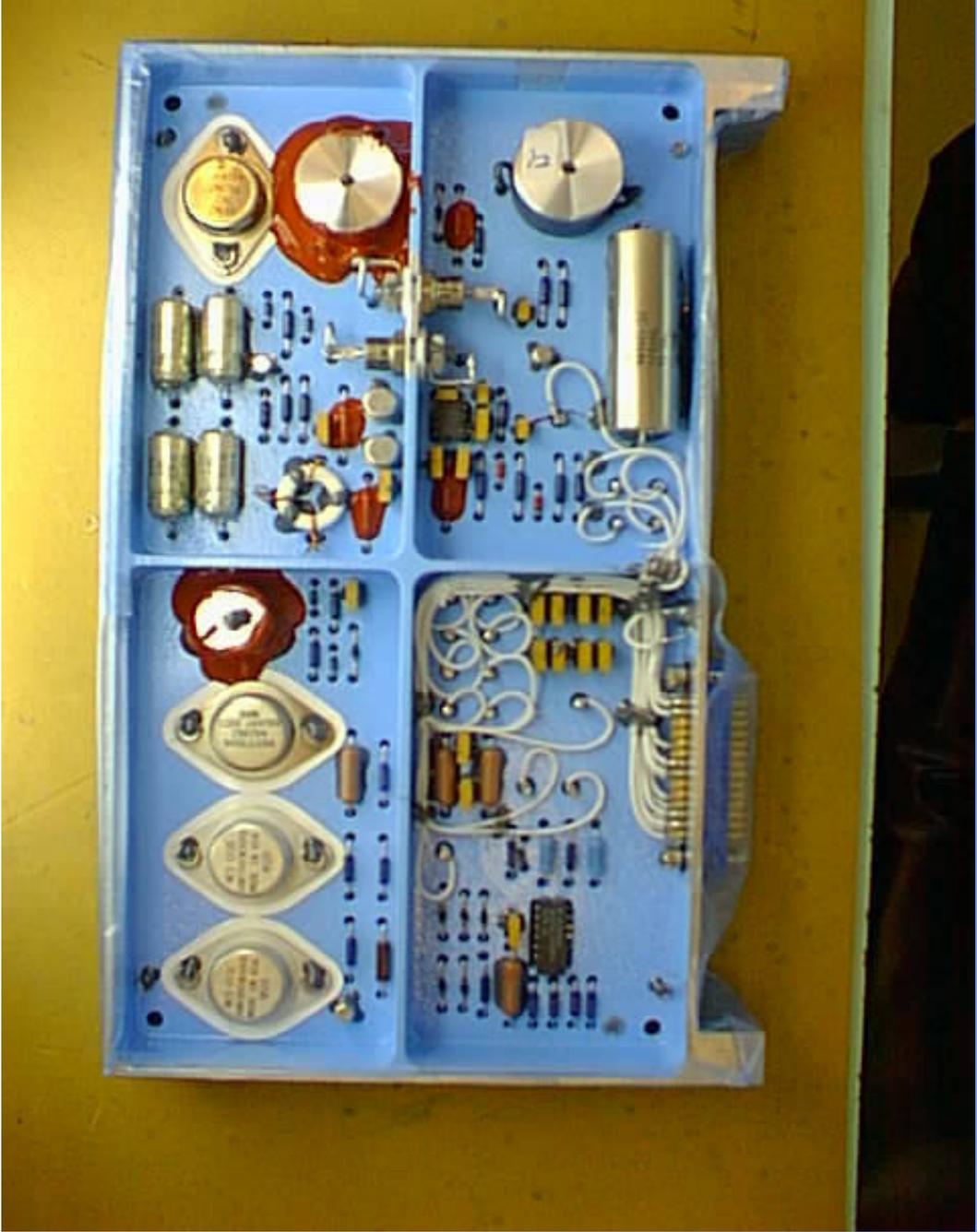










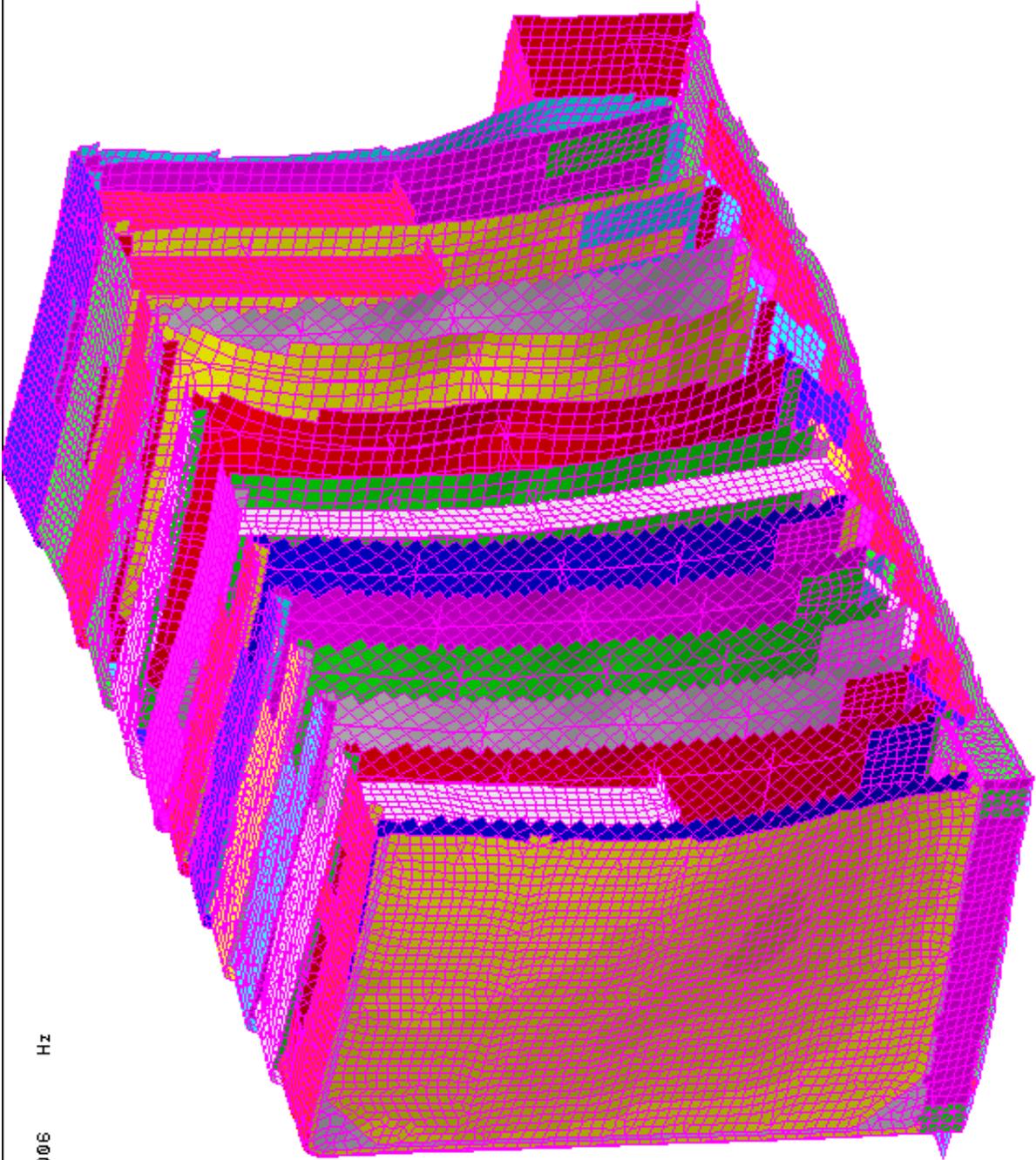






F_Mode=1 297.006

Hz





FIM.

OBRIGADO PELA
ATENÇÃO!