AJUSTE AUTOMÁTICO DE UMA CÂMERA DE VIDEO

Autor: Diego Gouvêa Macharete Trally

Orientador: José Gabriel R. C. Gomes

Sumário

- ✓ **Introdução**
- Motivação
- O Processo de Ajuste
- A Eletrônica do Projeto
- Processamento de Imagem
- Controle
- Resultados Obtidos
- Conclusões

Introdução

- O processo de ajuste da câmera consiste no ajuste da sua orientação e seu zoom
- Importante em sistemas que utilizam processamento de imagem
- Normalmente um procedimento complexo que exige mão-de-obra treinada
- Dependendo do sistema, pode ser necessária uma reajuste periódico

- Introdução
- ✓ **Motivação**
- O Processo de Ajuste
- A Eletrônica do Projeto
- Processamento de Imagem
- Controle
- Resultados Obtidos
- Conclusões

O Sistema Kapta

- É um programa de reconhecimento de placas de veículos
- Desenvolvido no DCC – UFRJ
- Instalado no campus da UFRJ na ilha do fundão

Caracteristicas do Kapta

- Suporta até 4 pistas simultâneas
- A instalação em cada pista consiste de:
  - 1 laço indutivo
  - 1 câmera de vídeo
  - 1 computador
  - Futuramente uma cancela será instalada

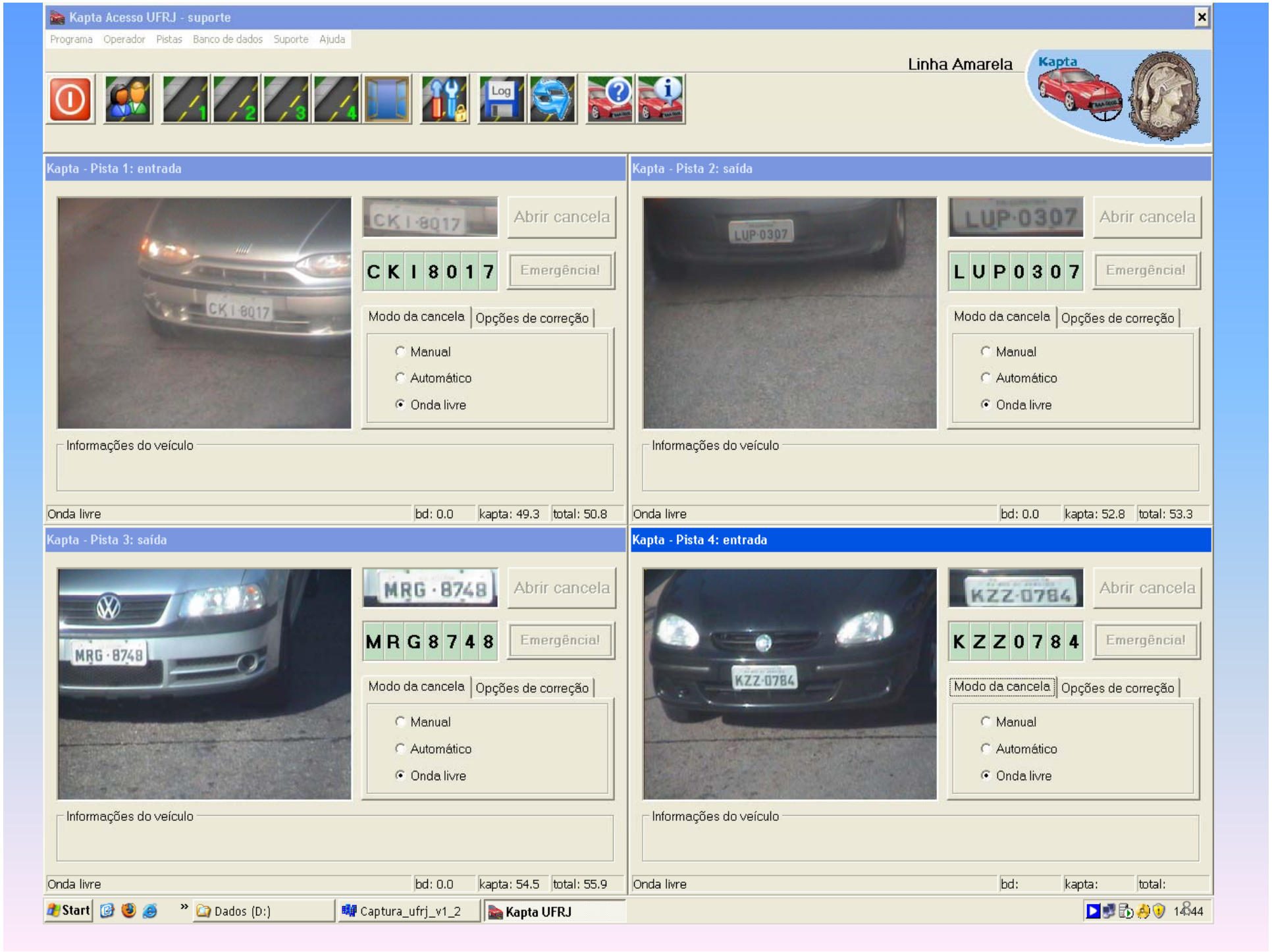
Vantagens X Desvantagens

Vantagens

- Automatiza o processo de identificação de um automóvel
- Fornece novas opções de segurança
- Torna fácil controlar os veículos que acessam o campus

Desvantagens

- Sistema sujeito a erros
- Sensível a variações na imagem
- Sensível a mudanças no ambiente


Kapta Acesso UFRJ - suporte
Programa Operador Pistas Banco de dados Suporte Ajuda
Linha Amarela
Kapta
Log
Kapta - Pista 1: entrada
CKI-8017
Abrir cancela
CKI8017
Emergência!
Modo da cancela
Opções de correção
Manual
Automático
Onda livre
Informações do veículo
Onda livre
bd: 0.0
kapta: 49.3
total: 50.8
Kapta - Pista 2: saída
LUP-0307
Abrir cancela
LUP0307
Emergência!
Modo da cancela
Opções de correção
Manual
Automático
Onda livre
Informações do veículo
Onda livre
bd: 0.0
kapta: 52.8
total: 53.3
Kapta - Pista 3: saída
MRG-8748
Abrir cancela
MRG8748
Emergência!
Modo da cancela
Opções de correção
Manual
Automático
Onda livre
Informações do veículo
Onda livre
bd: 0.0
kapta: 54.5
total: 55.9
Kapta - Pista 4: entrada
KZZ-0784
Abrir cancela
KZZ0784
Emergência!
Modo da cancela
Opções de correção
Manual
Automático
Onda livre
Informações do veículo
Onda livre
bd:
kapta:
total:
Start
Dados (D:)
Captura_ufrj_v1_2
Kapta UFRJ
14:44

Kapta Móvel

- Versão móvel do sistema Kapta, ainda em desenvolvimento
- Pode ser instalada em uma viatura e utilizada em qualquer lugar do campus
- Susceptível aos mesmos erros de sua versão original
- A câmera precisa ser reajustada a cada troca de posição da viatura.

- Introdução
- Motivação
- ✓ **O Processo de Ajuste**
- A Eletrônica do Projeto
- Processamento de Imagem
- Controle
- Resultados Obtidos
- Conclusões

O Processo de Ajuste da Câmera

- Consiste no ajuste da direção do eixo principal, do zoom e do foco da imagem de uma câmera
- Pode ser uma tarefa trabalhosa
- O processo automático é dividido em 3 etapas:
  - Localização da placa de teste
  - Comando dos motores para ajuste de posição
  - Comando da câmera para ajuste de zoom

A Placa de Teste

- A placa de testes possui características distintas dos outros objetos:
  - Cor vermelha
  - 3 quadrados brancos igualmente espaçados
  - Tamanho de uma placa de carro
- Essas características facilitam a localização da placa

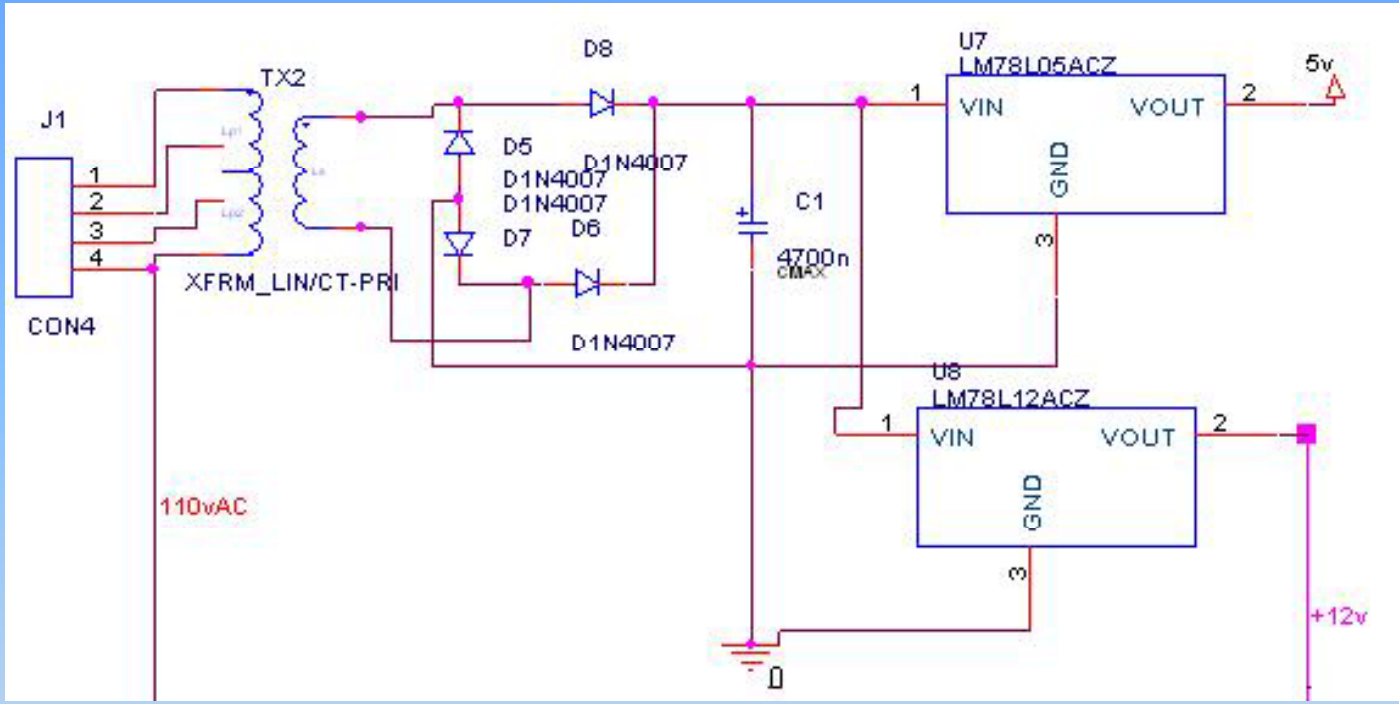
Especificações do Projeto

- O *pan-tilt* deve ser capaz de rotacionar a câmera na horizontal e vertical
- Comunicação com o computador via RS-485
- Alimentação proveniente da bateria de um automóvel
- A câmera utilizada deve ser capaz de ajustar seu *zoom* remotamente
- Foi utilizada uma base móvel (*pan-tilt*) já existente

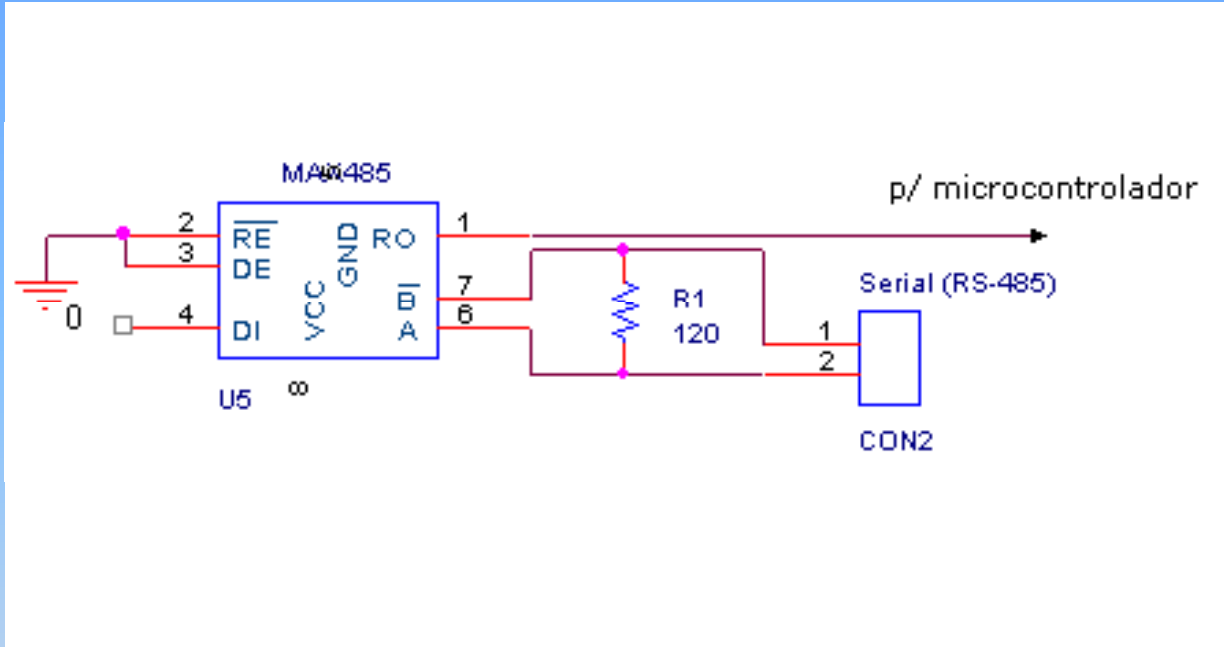
- Introdução
- Motivação
- O Processo de Ajuste
- ✓ **A Eletrônica do Projeto**
- Processamento de Imagem
- Controle
- Resultados Obtidos
- Conclusões

A Eletrônica do Projeto

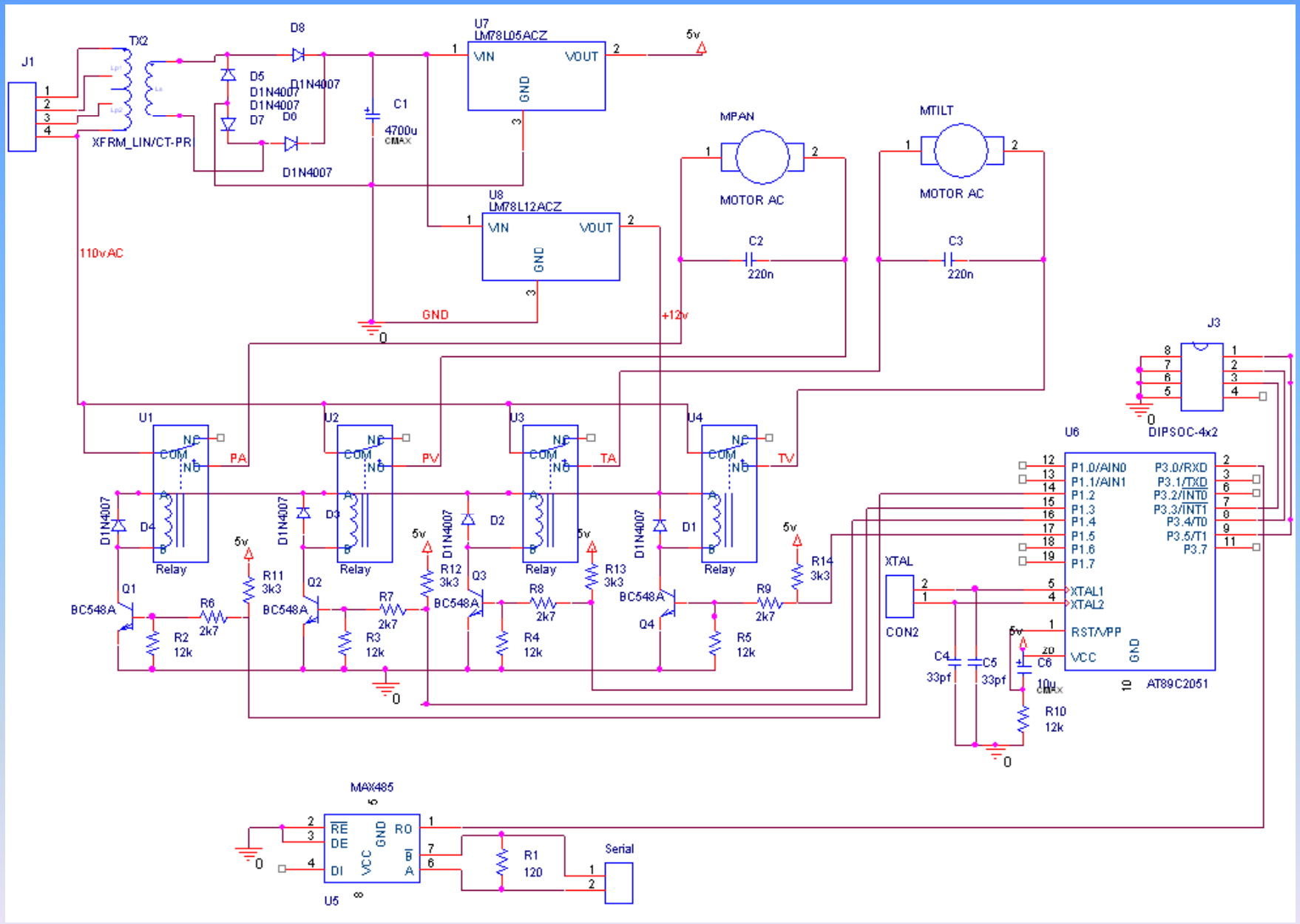
- A eletrônica da base móvel foi recriada
- A nova placa deve:
  - Possuir interface de comunicação serial RS-485
  - Controlar 2 motores AC através de relés
  - Converter a tensão alternada da alimentação para tensão contínua para alimentar o circuito



Circuito de alimentação



Circuito de comunicação



Circuito completo do *pan-tilt*

- Introdução
- Motivação
- O Processo de Ajuste
- A Eletrônica do Projeto
- ✓ **Processamento de Imagem**
- Controle
- Resultados Obtidos
- Conclusões

Processamento de Imagem

- Ligado ao tempo de captura da câmera (30 fps)
- Deve ser mais rápido que este tempo

Dividido em três etapas:

- Binarização
- Divisão em grupos conexos
- Validação dos grupos

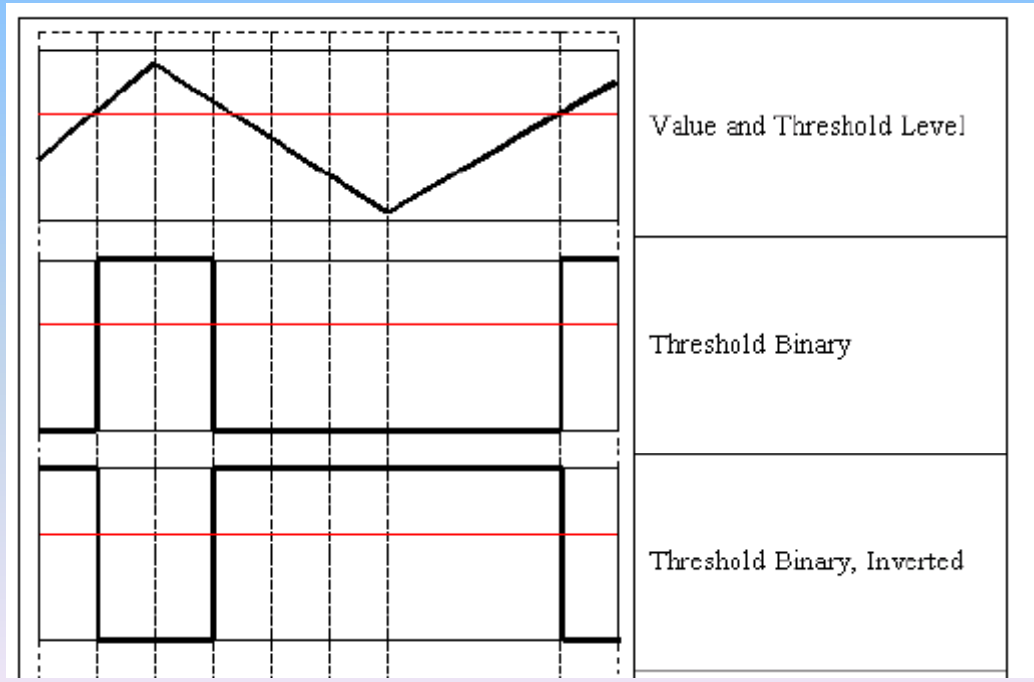
Binarização

- Binarizar -> Converter para dois níveis. Em imagens, converte para preto e branco
- Para o projeto, deve separar pontos vermelhos
- Tipos de binarização
  - Threshold Fixo
  - Threshold Adaptativo
  - Binarização Comparativa

Threshold Fixo

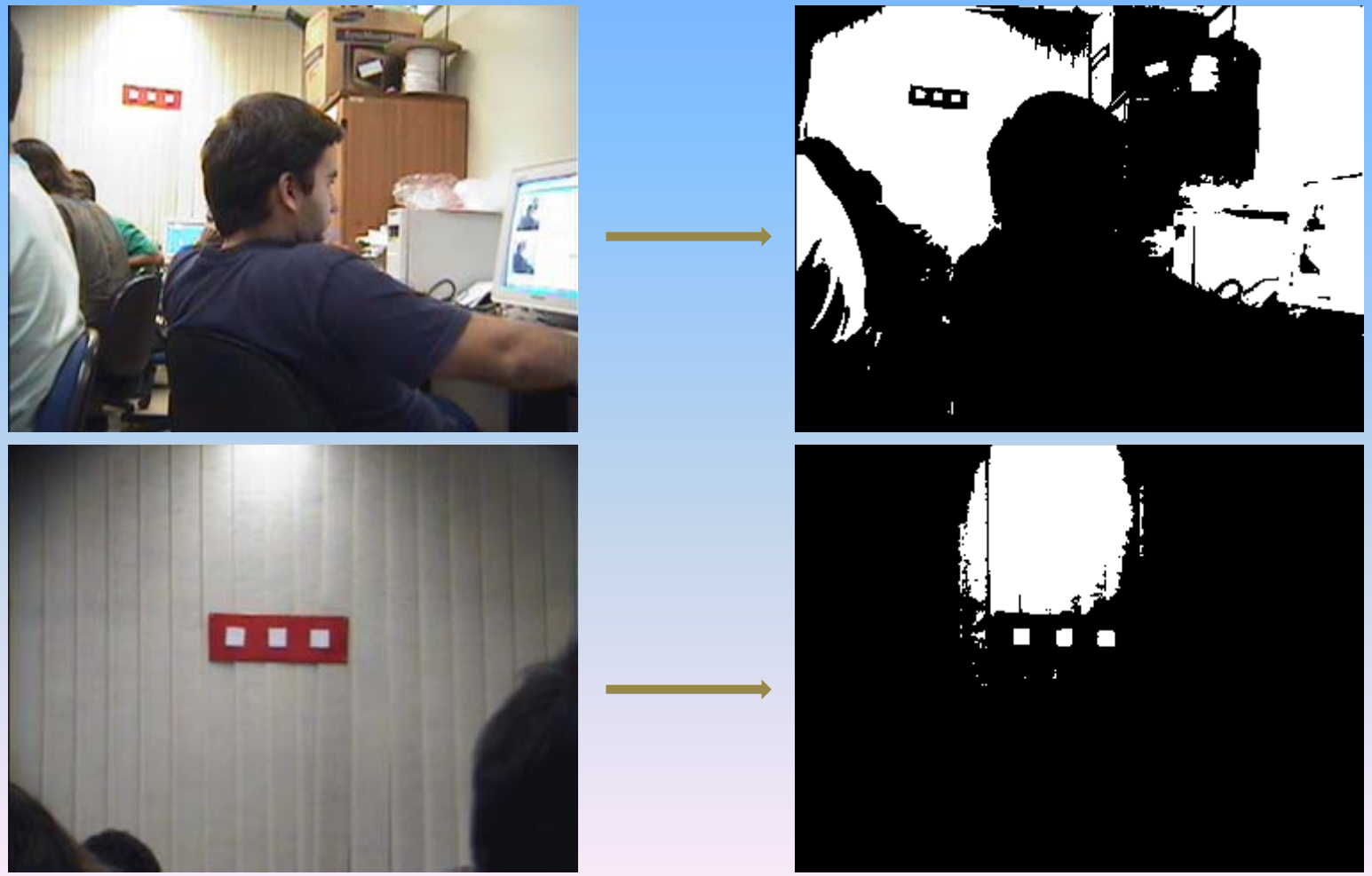
Regra de binarização:

- Se lum(Pixel) > valor_fixo => lum(Pixel)=1
- caso contrário => lum(Pixel) = 0



Threshold Fixo

Binarização utilizando *threshold* fixo de 170

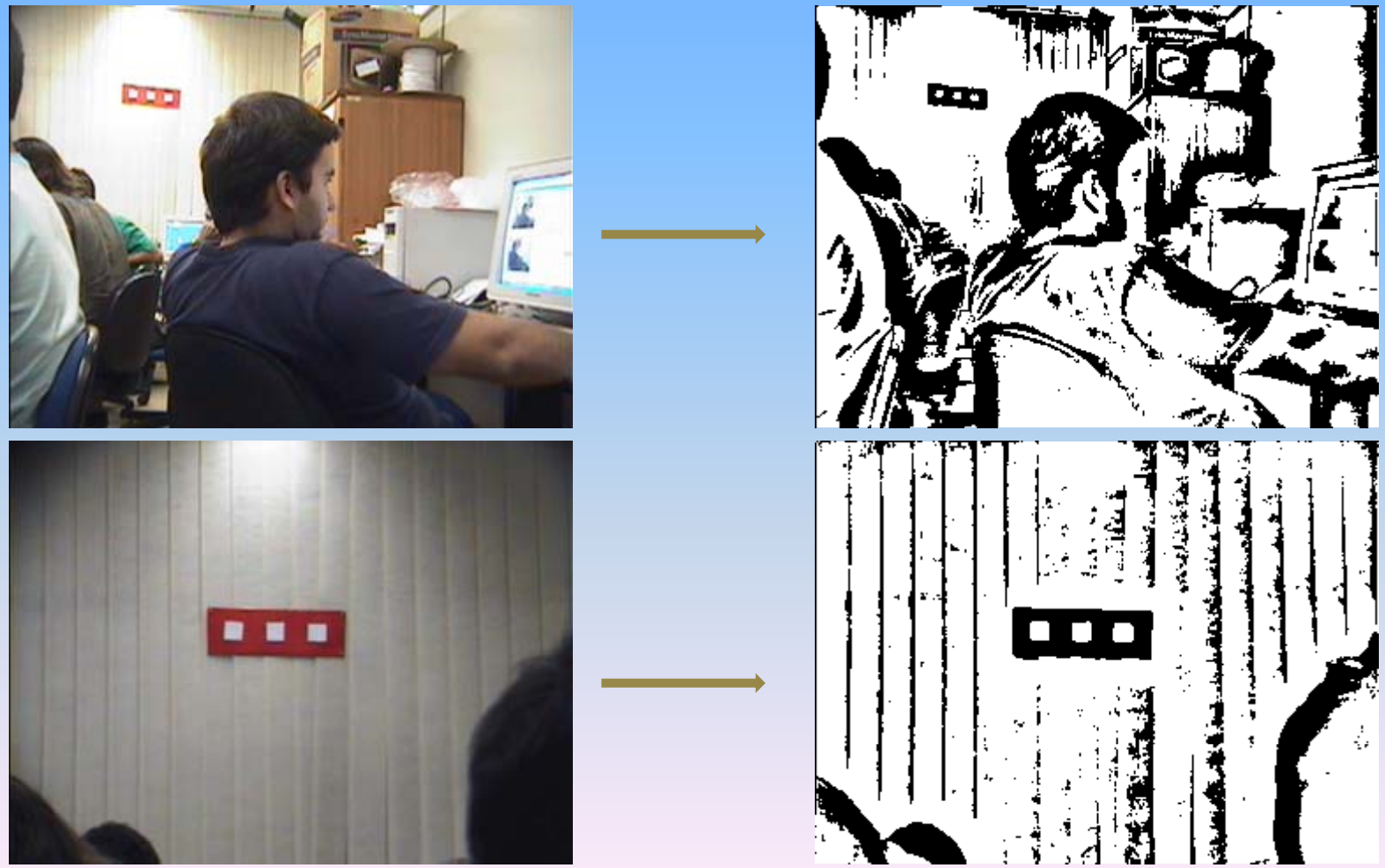


Threshold Adaptativo

- Calcula automaticamente o nível de binarização
- Alguns dos métodos existentes:
  - Histograma bimodal
  - Binarização por blocos
  - K means

Threshold Adaptativo

Threshold adaptativo baseado em blocos de 31x31

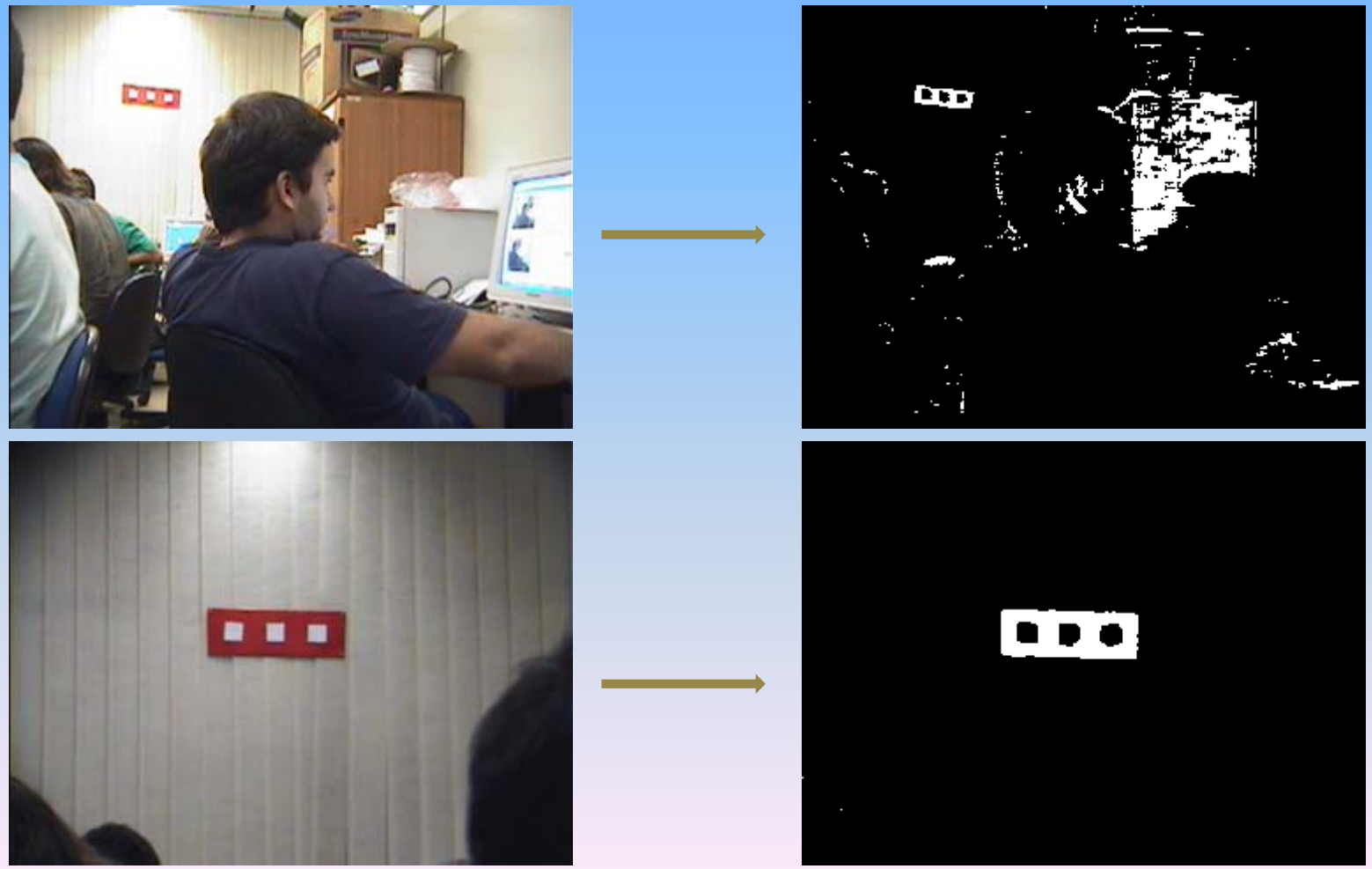


Binarização Comparativa

- Utiliza a imagem em RGB, comparando as três componentes de cores
- Um ponto é vermelho quando atende às seguintes condições:
  - Possui valor de R maior que um valor mínimo
  - Possui valor de G menor que um percentual de R
  - Possui valor de B menor que um percentual de R

Binarização Comparativa

Binarização com VermMin = 5, VermAzul = 0.6, VermVerde = 0.7



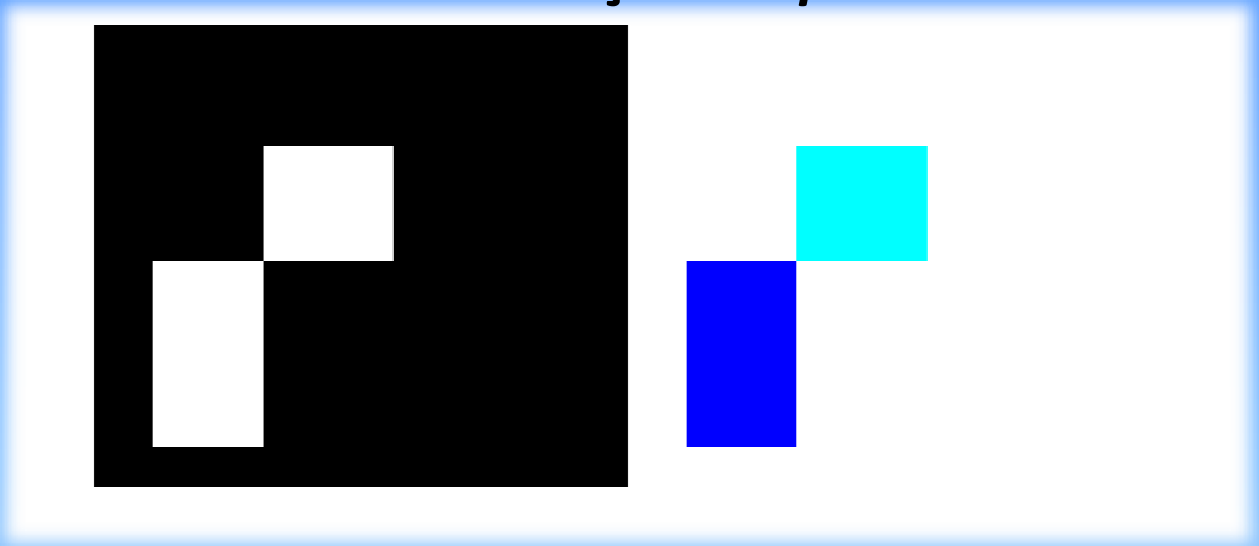
Grupos Conexos

- Um grupo conexo é um conjunto de pixels adjacentes (ou vizinhos) entre si
- Em um plano 2D, a vizinhança pode ser de 4 ou 8 pixels

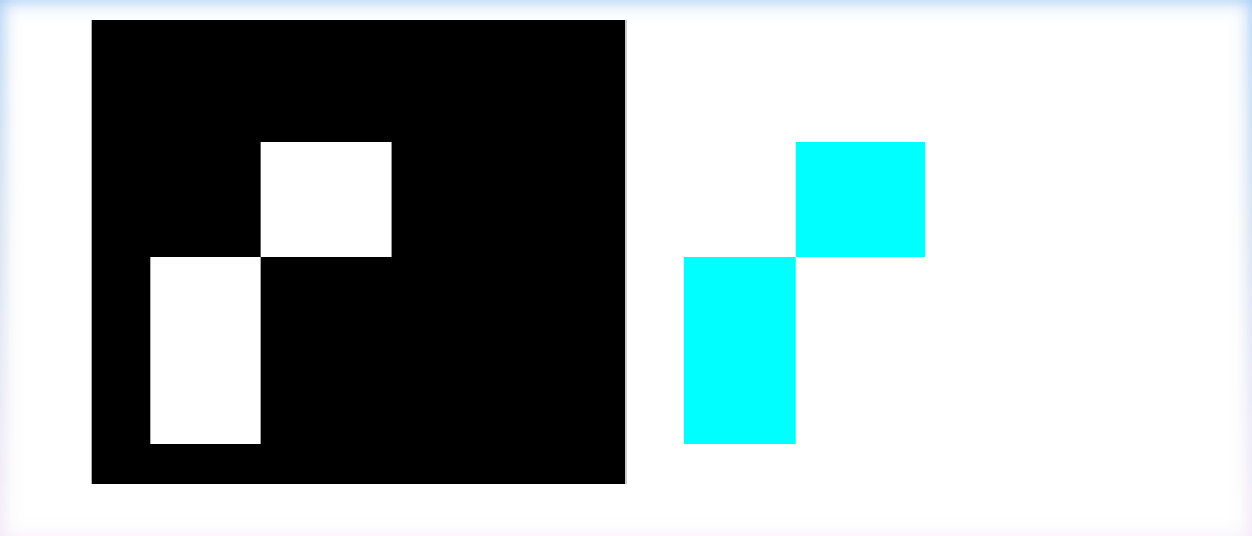
	Vizinho	
Vizinho		Vizinho
	Vizinho	

Vizinho	Vizinho	Vizinho
Vizinho		Vizinho
Vizinho	Vizinho	Vizinho

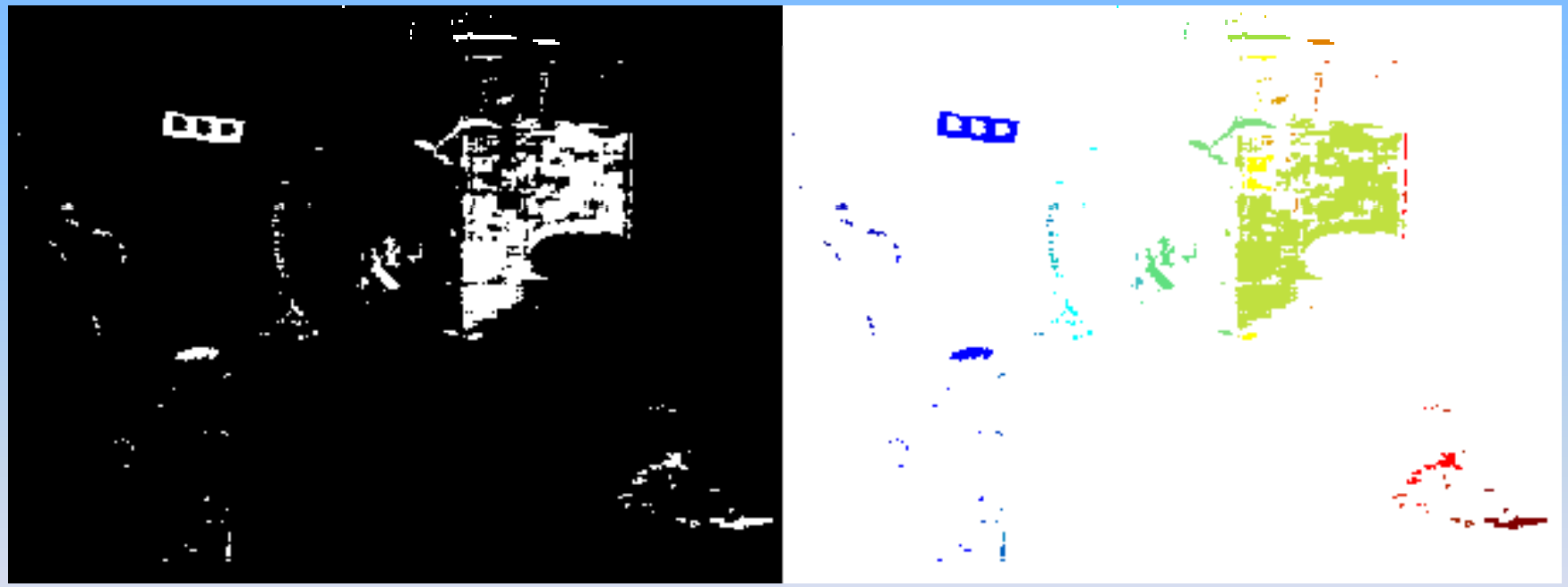
Vizinhança de 4 *pixels*



Vizinhança de 8 *pixels*

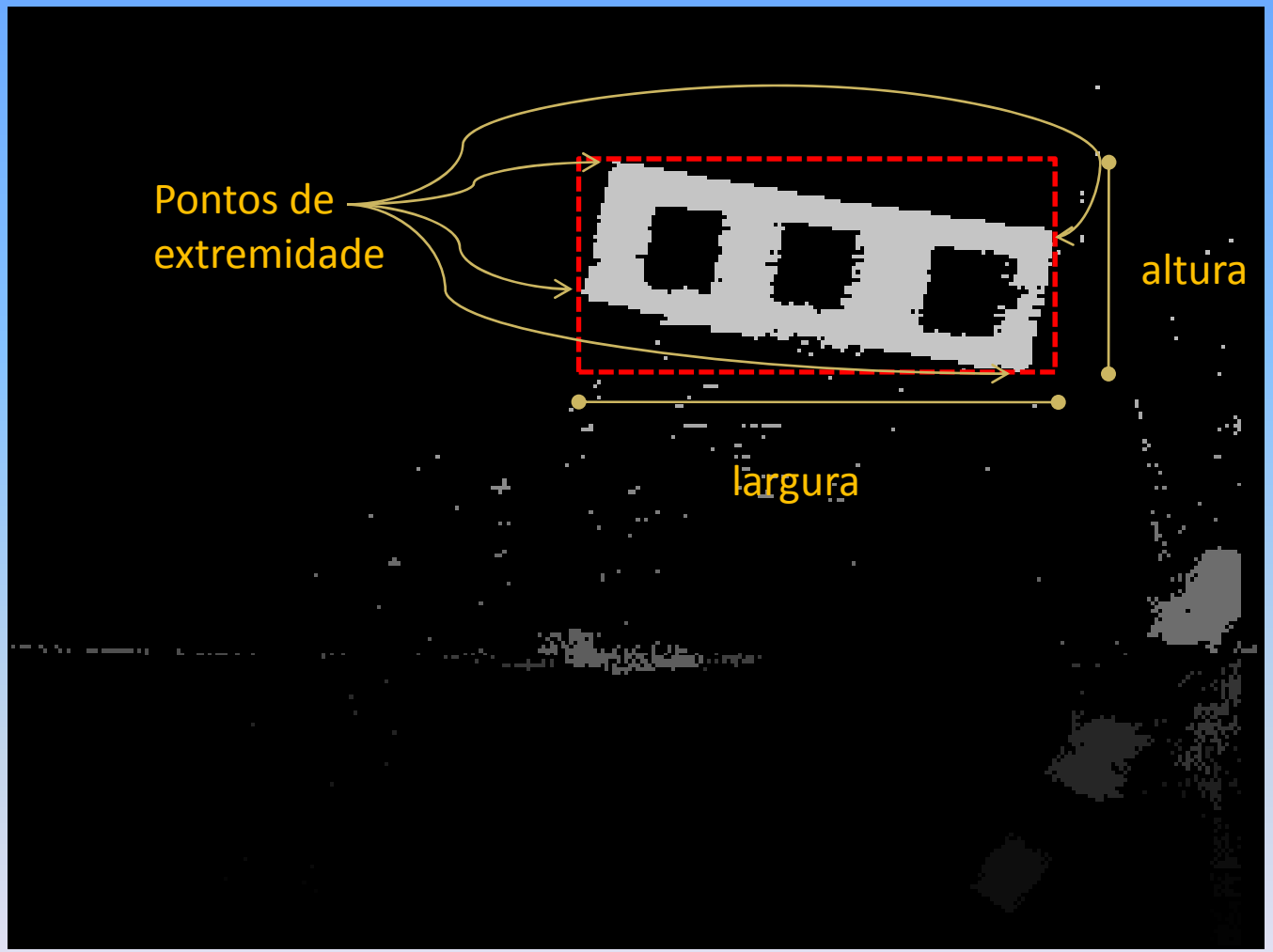


Grupos Conexos



Geração dos Grupos Conexos

- Buscar por contornos fechados na imagem
- Eliminar grupos pequenos
- Extrair características do grupo, como pontos de extremidades, largura e altura
- Aproximar o contorno do grupo por uma elipse
- Aproximar o contorno do grupo por uma reta


Pontos de
extremidade
altura
largura

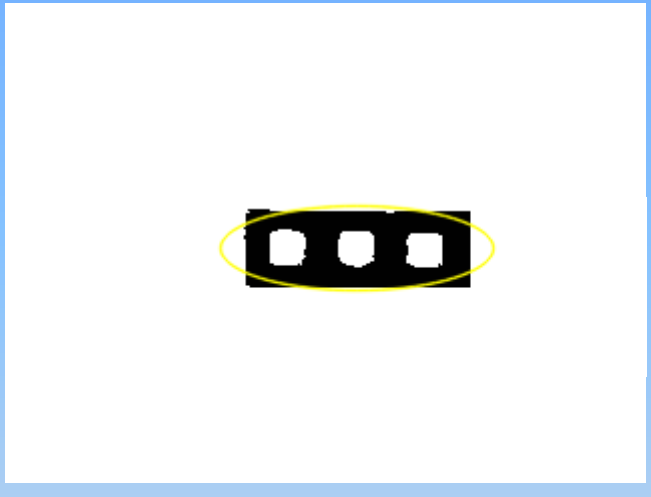
Aproximação por Elipse

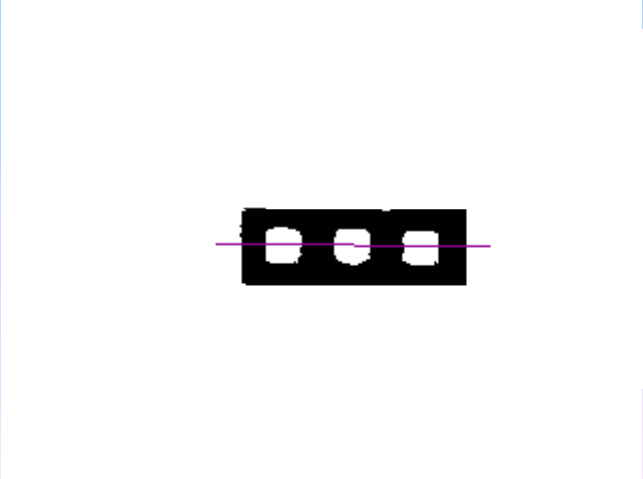
- Objetivo: verificar se o grupo é semelhante a um retângulo, e obter seu centro geométrico
- Não existe função de aproximação por retângulos, o mais próximo seria aproximas 2 ou 4 retas nas laterais do grupo
- O OpenCV possui aproximação de pontos por elipse
- Altura e largura calculadas durante a criação do grupo conexo não são as dimensões reais do grupo quando este está inclinado
- A partir das dimensões dos eixos da elipse podemos obter uma aproximação das dimensões do grupo

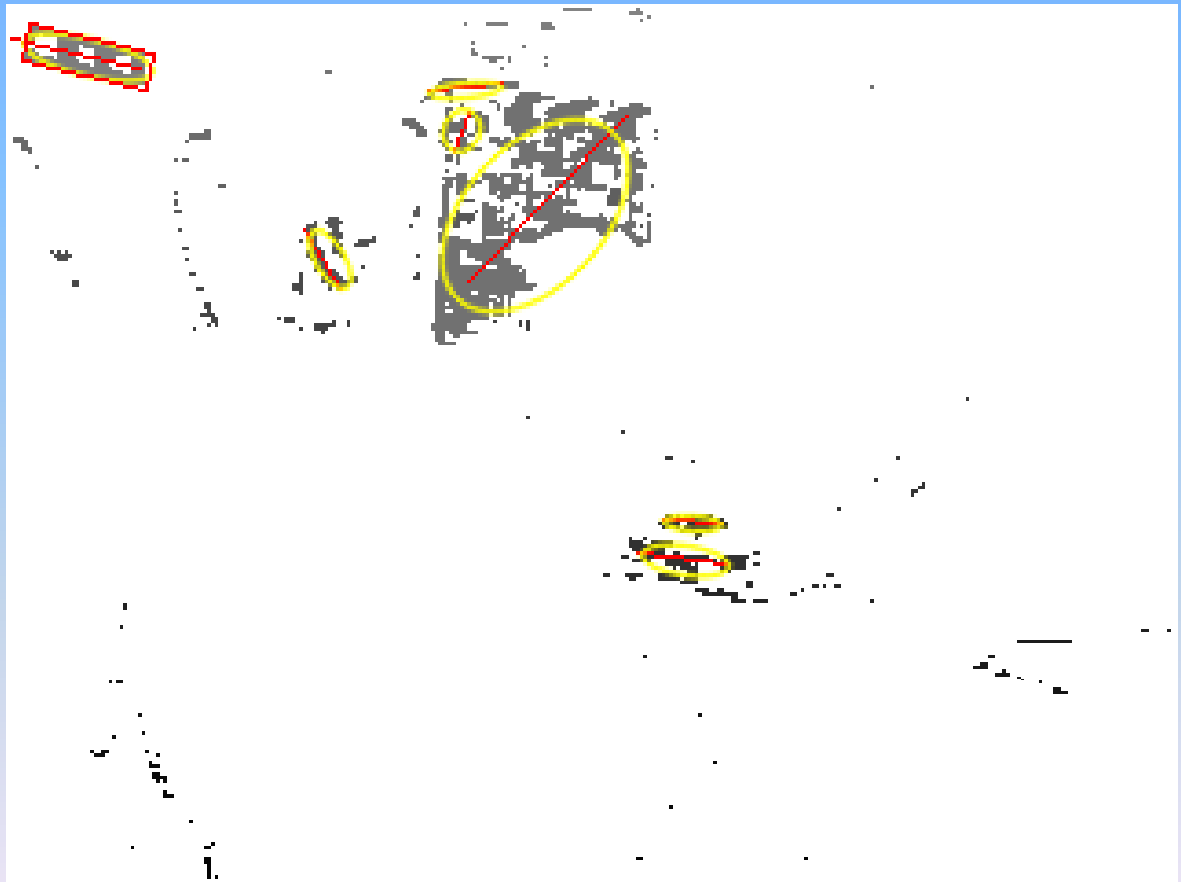
Aproximação por Reta

- Objetivo: traçar uma reta que corte os três quadrados brancos da placa de teste
- Utiliza a regressão linear para aproximar um conjunto de pontos por uma reta (método dos mínimos quadrados)
- Para objetos simétricos, a reta aproximada se encontra sobre o eixo de simetria

Resultado das Aproximações







Validação dos Grupos

- Grupos com altura e largura inferiores a 5 *pixels* são eliminados
- Um grupo válido possui razão de aspecto semelhante à da placa, de 0,34
- Para contornar erros de binarização e digitalização da imagem, são aceitas razões de aspecto entre 0,25 e 0,45

Validação dos Grupos

- A reta aproximada pelo contorno do grupo deve passar por apenas 3 grupos de fundo
- A distância entre estes grupos de fundo deve estar entre 5% e 25% da largura do grupo

Localização da placa

Localização da Placa

- 5 grupos não foram eliminados durante a criação dos grupos conexos
- Grupos 1, 3 e 5 foram eliminados no teste de razão de aspecto, pois possuem razão de 0,917, 0,6 e 0,695 respectivamente
- Grupo 2 possui razão de aspecto compatível, mas a reta corta diversos grupos de fundo, e de tamanhos distintos

Localização da Placa

- O único grupo aceito é o **4**, pois:
  - Possui razão de aspecto de 0,29 , que está dentro dos limites aceitáveis
  - Sua reta aproximada passa por 3 grupos de fundo
  - As 4 distâncias entre esses grupos estão dentro dos limites aceitos.

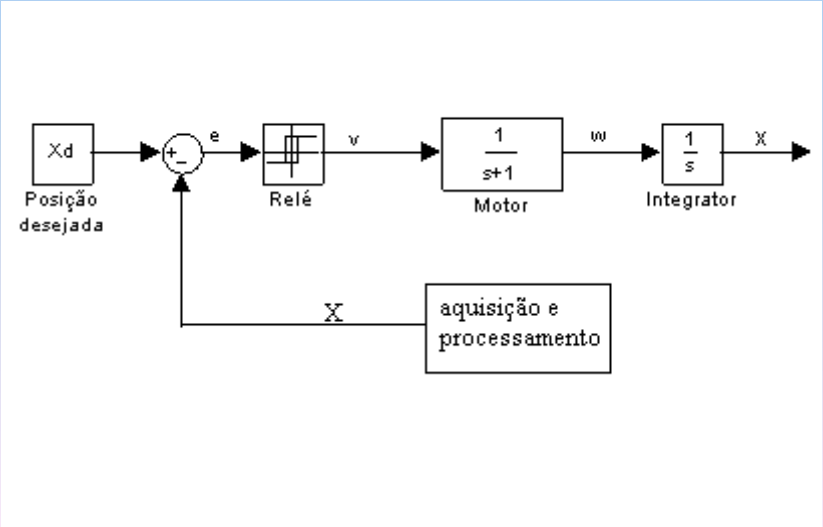
- Introdução
- Motivação
- O Processo de Ajuste
- A Eletrônica do Projeto
- Processamento de Imagem
- ✓ **Controle**
- Resultados Obtidos
- Conclusões

Controle

- Dois tipos de controle são realizados:
  - Controle de posição
  - Controle de tamanho da placa

Controle de Posição

- Controle da posição horizontal (x) e vertical (y) independentes, e com descrição semelhantes
- Sinal de entrada: posição (x,y) do centro da placa, obtida a partir da imagem
- Sinal de saída: estado ligado/desligado dos relés que ativam os motores



Controle de Posição

- Controle por relé é um controle limitado que não chega a erro zero
- O sistema tende a se estabilizar em torno da posição desejada, oscilando em alta freqüência
- A introdução de uma histerese corrige este problema, mas adiciona um erro de regime permanente
- Essa histerese só é valida quando ambos os sistemas (x e y) se encontram dentro da histerese

Controle de Tamanho da Placa

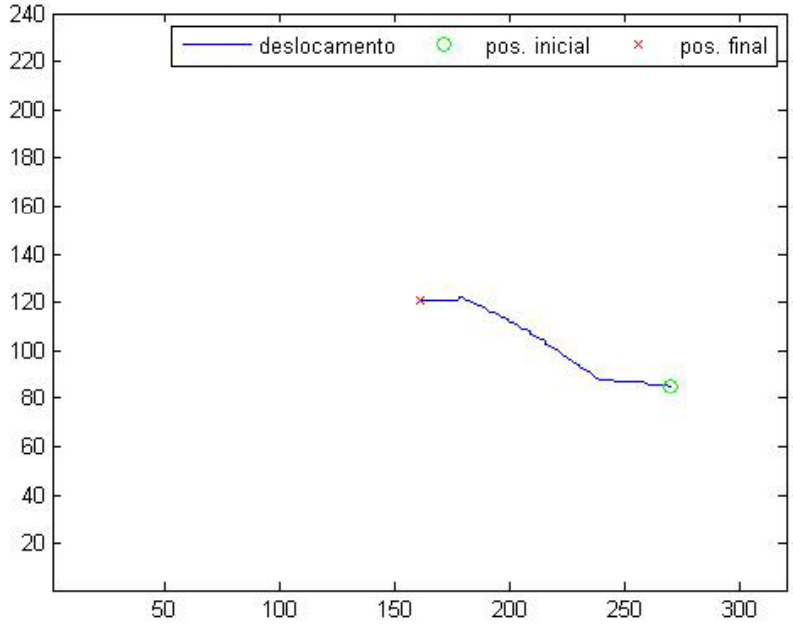
- Visa ajustar a largura da placa na imagem, para um tamanho pré-definido
- O ajuste da largura está ligado ao controle de *zoom* da câmera
- Diagrama semelhante ao controle de posição, tendo como:
  - Sinal de entrada: largura da placa medida durante a validação dos grupo
  - Sinal de saída: comando da câmera para aumentar/diminuir/manter o *zoom*

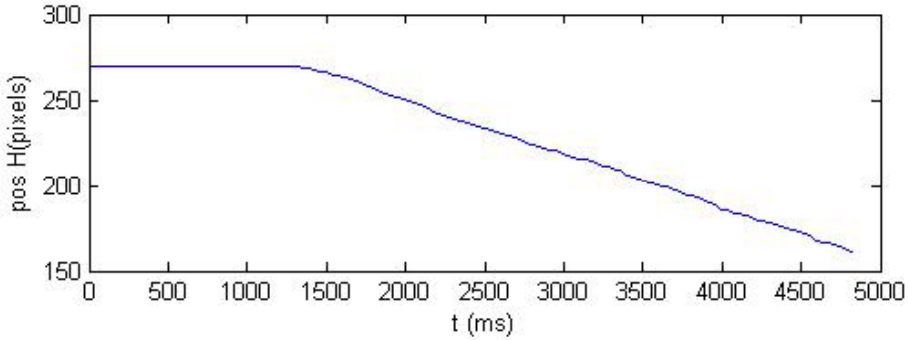
- Introdução
- Motivação
- O Processo de Ajuste
- A Eletrônica do Projeto
- Processamento de Imagem
- Controle
- ✓ **Resultados Obtidos**
- Conclusões
- Trabalhos Futuros

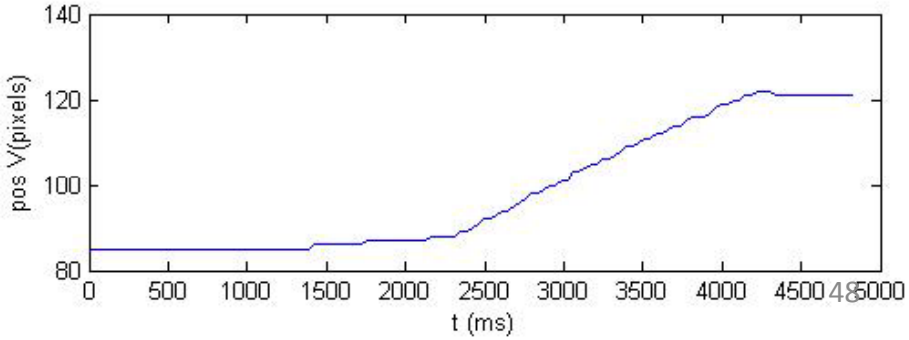
Resultados Obtidos

- Uma vez integradas todas as 3 etapas do projeto, foram realizados 3 testes para avaliar o funcionamento do sistema
- Cada teste tenta levar a placa para o centro da imagem, ou seja, posição (160,120)

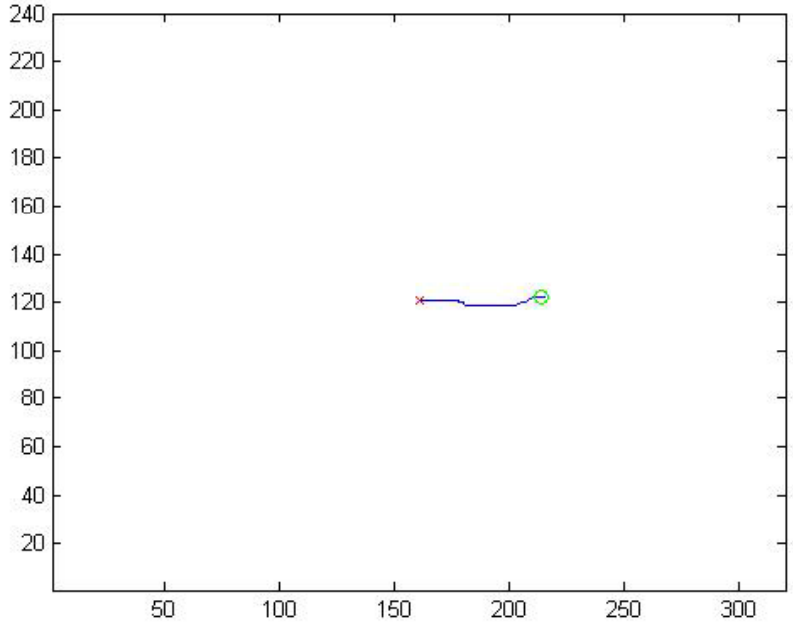
Teste 1

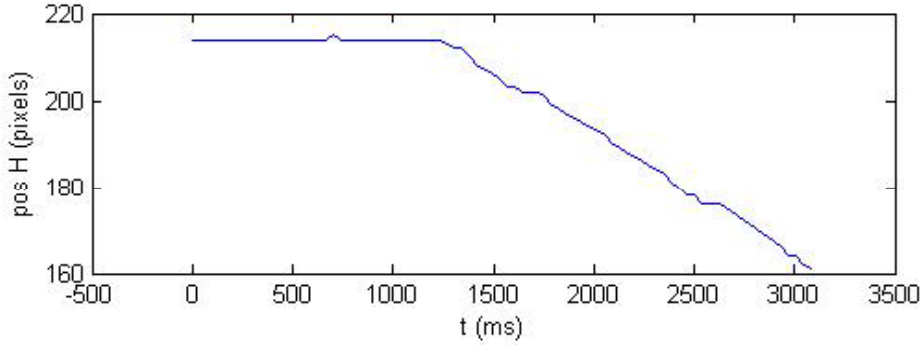

deslocamento
pos. inicial
pos. final
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
50
100
150
200
250
300

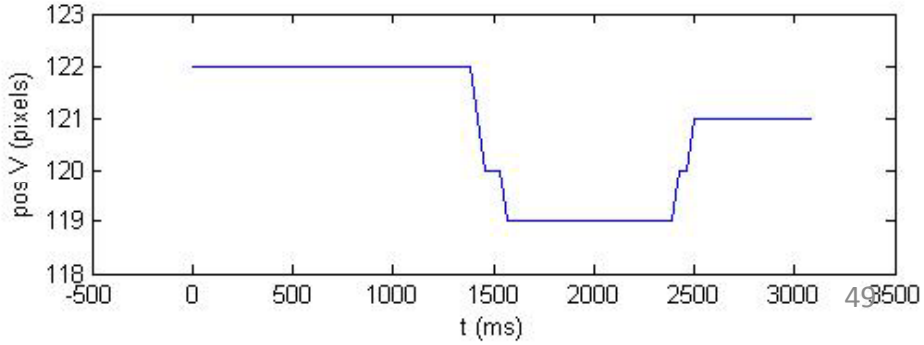

pos H(pixels)
300
250
200
150
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
4500
5000
t (ms)


pos V(pixels)
140
120
100
80
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
4500
5000
t (ms)

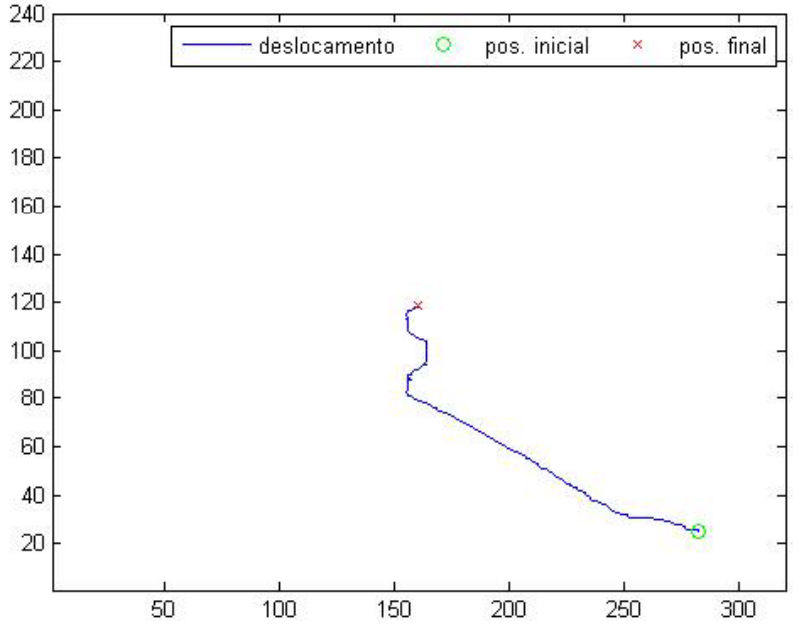
Teste 2

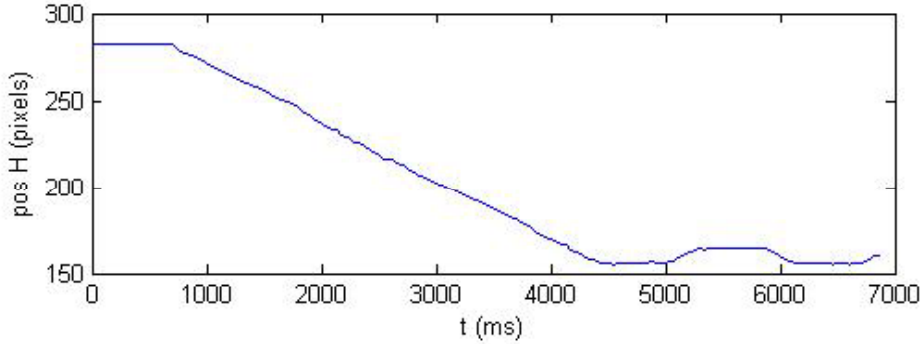

240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
50
100
150
200
250
300

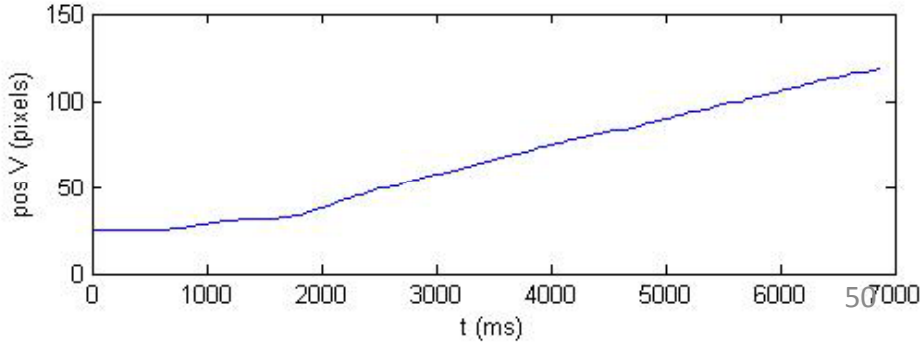

pos H (pixels)
220
200
180
160
-500
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
t (ms)


pos V (pixels)
123
122
121
120
119
118
-500
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
t (ms)

Teste 3


deslocamento
pos. inicial
pos. final
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
50
100
150
200
250
300


pos H (pixels)
300
250
200
150
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
t (ms)


pos V (pixels)
150
100
50
0
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
t (ms)

- Introdução
- Motivação
- O Processo de Ajuste
- A Eletrônica do Projeto
- Processamento de Imagem
- Controle
- Resultados Obtidos
- ✓ **Conclusões**

Conclusão

- É possível automatizar o processo de ajuste de uma câmera, utilizando apenas a imagem aquisitada como sensor
- O sistema pode precisar de um ajuste manual de seus 3 parâmetros de binarização
- O projeto englobou várias áreas de conhecimento e serviu como um aprendizado para o desenvolvimento de um produto completo

Trabalhos Futuros

Sugestão para trabalhos futuros:

- Troca do controle por relé por controle a tiristor
- Substituição dos motores AC por motores DC
- Melhorias na robustes do módulo eletrônico que controla os motores, de forma que o microcontrolador não seja sensível à variações na tensão

Agradecimentos

Agradeço aos presentes membros da banca pela participação, ao meu orientador pelo apoio, e a todos que me ajudaram no desenvolvimento do projeto.