

**CONSTRUÇÃO E INTEGRAÇÃO DE
UM PROTÓTIPO DE
HARDWARE/SOFTWARE PARA
MONITORAÇÃO E CORREÇÃO DE
FATOR DE POTÊNCIA EM UMA REDE
ELÉTRICA**

Aluno: Valter Luiz Alves

Orientador: Prof. Miguel Alexandre Wisintainer

Roteiro da Apresentação

- 1- Introdução
- 2- Objetivos do Trabalho
- 3- Fundamentação Teórica
- 4- Desenvolvimento do Trabalho
- 5- Especificação/Implementação
- 6- Operacionalidade do Protótipo
- 7- Dificuldades Encontradas
- 8- Conclusões
- 9- Extensões

Introdução

O trabalho desenvolvido, consiste em um protótipo de hardware/software que em conjunto com um transdutor digital elétrico, visa monitorar grandezas de uma rede elétrica e fazer a devida correção do fator de potência.

Objetivos

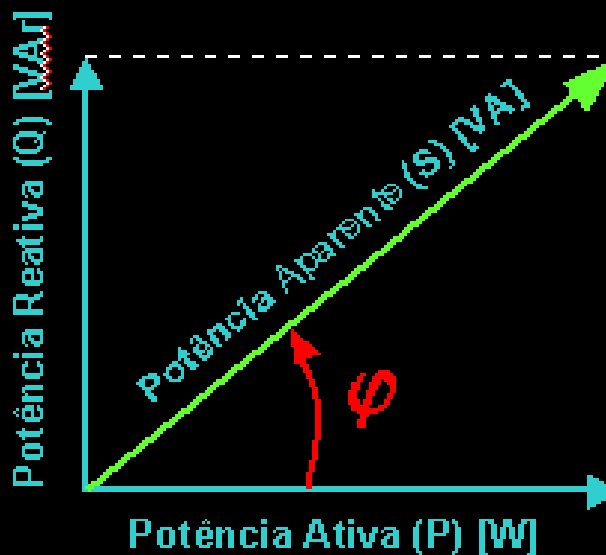
Desenvolver um protótipo de hardware/ software que monitore grandezas de uma rede elétrica através de um medidor e realize a correção do fator de potência.

Fundamentação Teórica

- Potência ativa (P) é a potência que efetivamente realiza trabalho gerando calor, luz, movimento, etc. Sua unidade de medida é o Watt (W) .
- Potência reativa (Q) é a potência usada apenas para criar e manter os campos eletromagnéticos das cargas indutivas. Sua unidade de medida é o Volt Ampère reativo (VAr) .
- Potência aparente (S) é a potência total absorvida, e sua unidade de medida é o Volt Ampère (VA)

Triângulo de Potência:

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + (Q/P)^2}} = \frac{P}{S}$$



Fator de Potência

Pode ser definido, como sendo a relação entre a potência ativa e a potência aparente. Pode-se dizer que o fator de potência é igual ao cosseno do ângulo ($\cos\phi$) entre potência aparente e potência ativa.

Consequências de um baixo Fator de Potência

- Perdas na instalação;
- Quedas de tensão;
- Subutilização da capacidade instalada.

Correção do Fator de Potência

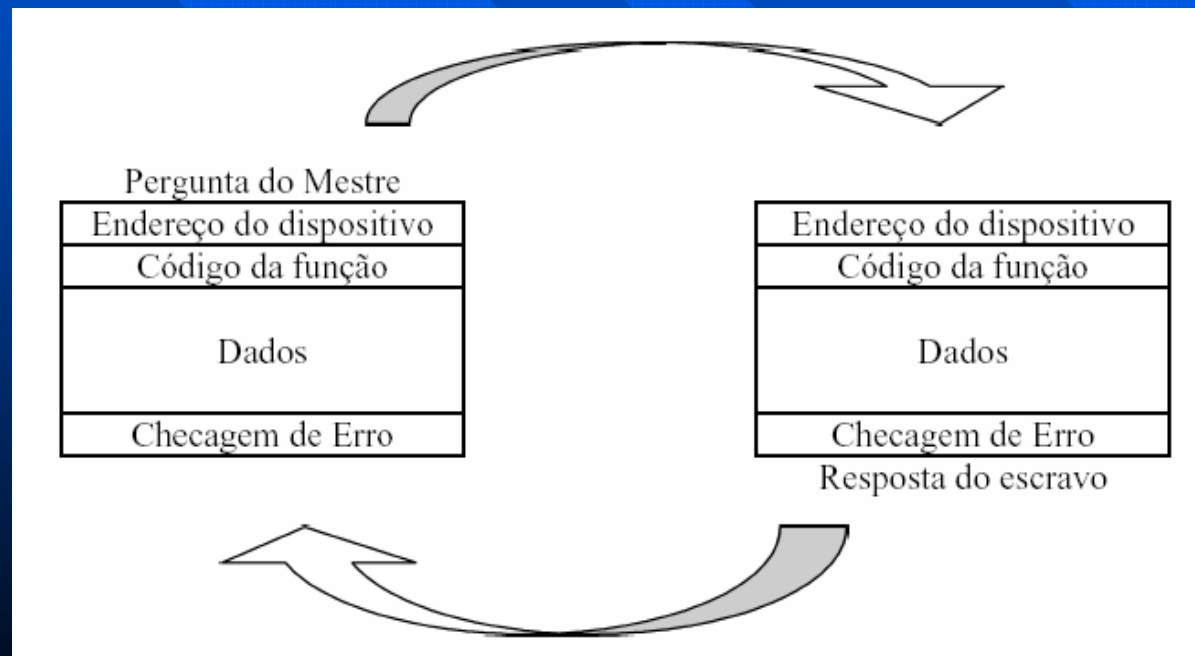
Uma forma econômica e racional de se obter a energia reativa necessária para a operação adequada dos equipamentos é a instalação de capacitores próximos desses equipamentos.

Legislação Atual

- Aumento do limite mínimo do fator de potência de 0,85 para 0,92;
- Faturamento de energia reativa capacitiva excedente;
- Redução do período de avaliação do fator de potência de mensal para horário, a partir de 1996.

Protocolo Modbus

Desenvolvido pela companhia *Modicon Industrial Automation Systems*, hoje do grupo Schneider. O protocolo *Modbus* é baseado em um modelo de comunicação mestre-escravo, onde um único dispositivo, o mestre, pode iniciar transações. Os demais dispositivos da rede (escravos) respondem, suprindo os dados requisitados pelo mestre ou executando uma ação por ele comandada.



Modos de Transmissão:

- ASCII (*American Code for Information Interchange*)
- RTU (*Remote Terminal Unit*)

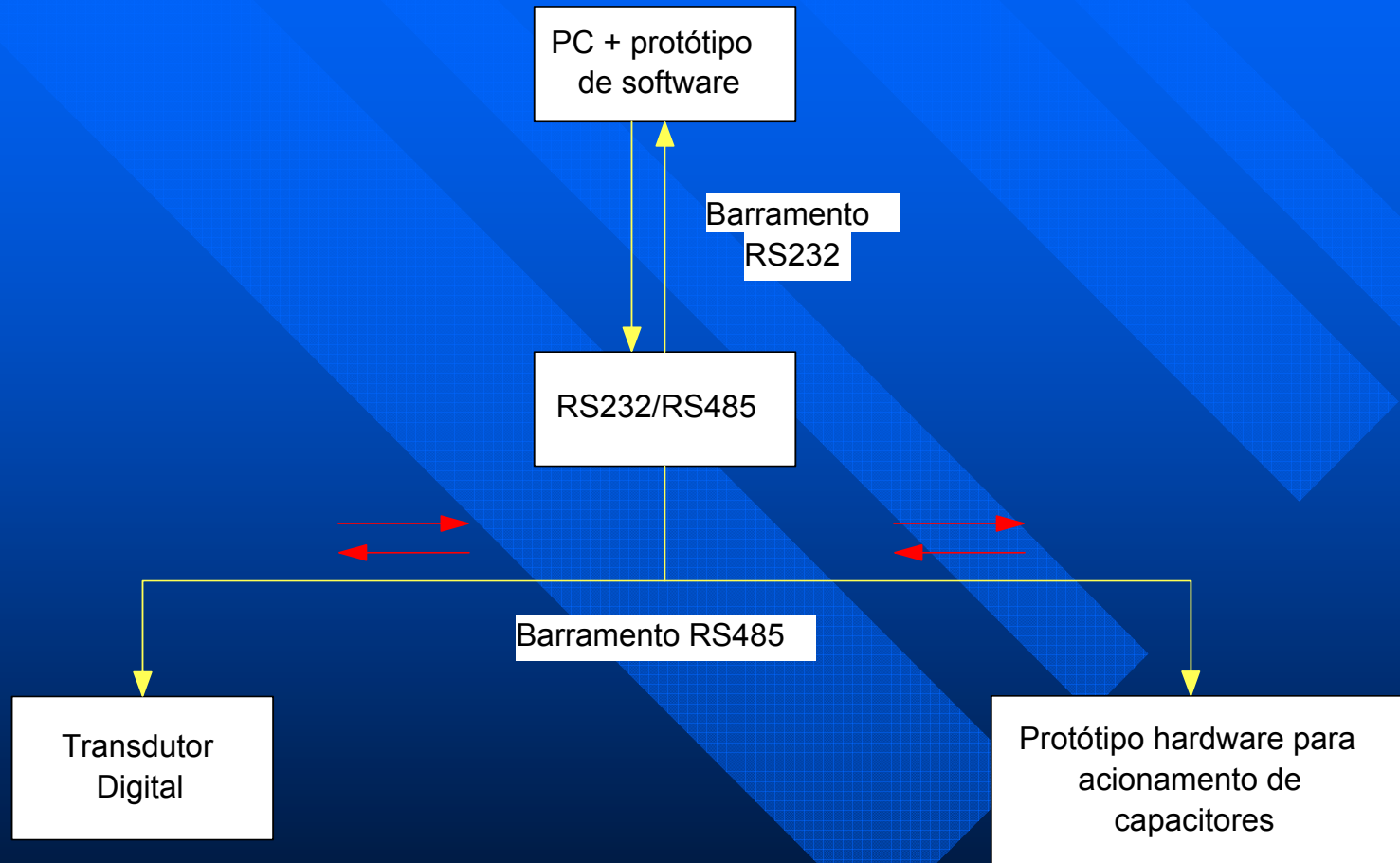
| Start | Endereço | Função | Dados | LRC | END |
|----------|----------|---------|---------|---------|------|
| : (0x3A) | 2 Chars | 2 Chars | N Chars | 2 Chars | CRLF |

| Start | Endereço | Função | Dados | CRC | END |
|------------------------|-----------|-----------|--------------|-----------|------------------------|
| Silêncio 3..5 chars | ← 8 bits→ | ← 8 bits→ | ←N x 8 bits→ | ←16 bits→ | Silêncio 3..5 chars |

Desenvolvimento do Trabalho

- Desenvolvimento do protótipo de hardware;
- Desenvolvimento do software do hardware;
- Desenvolvimento do software para monitoração;
- Interligação dos componentes e testes.

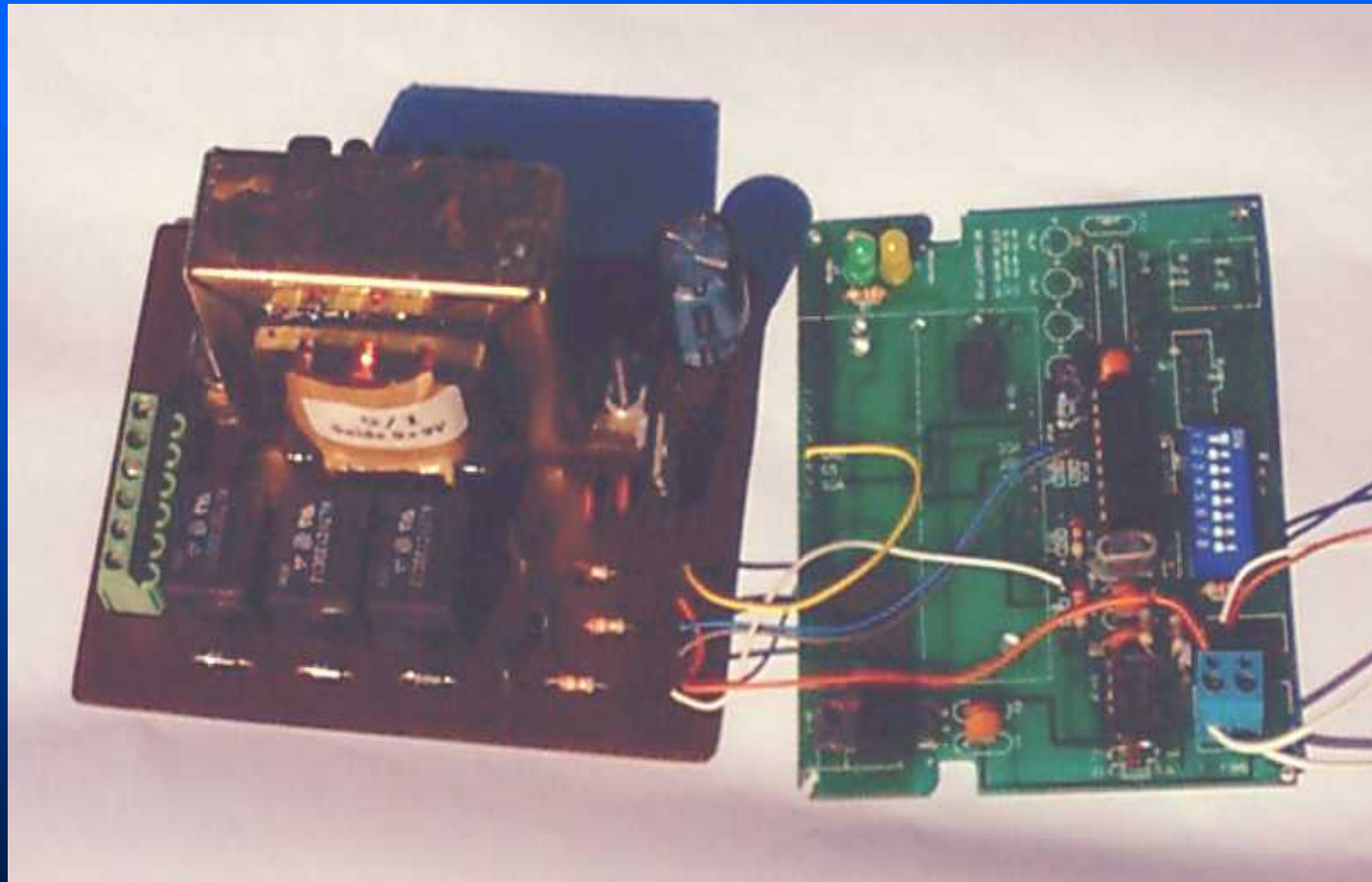
Diagrama do sistema



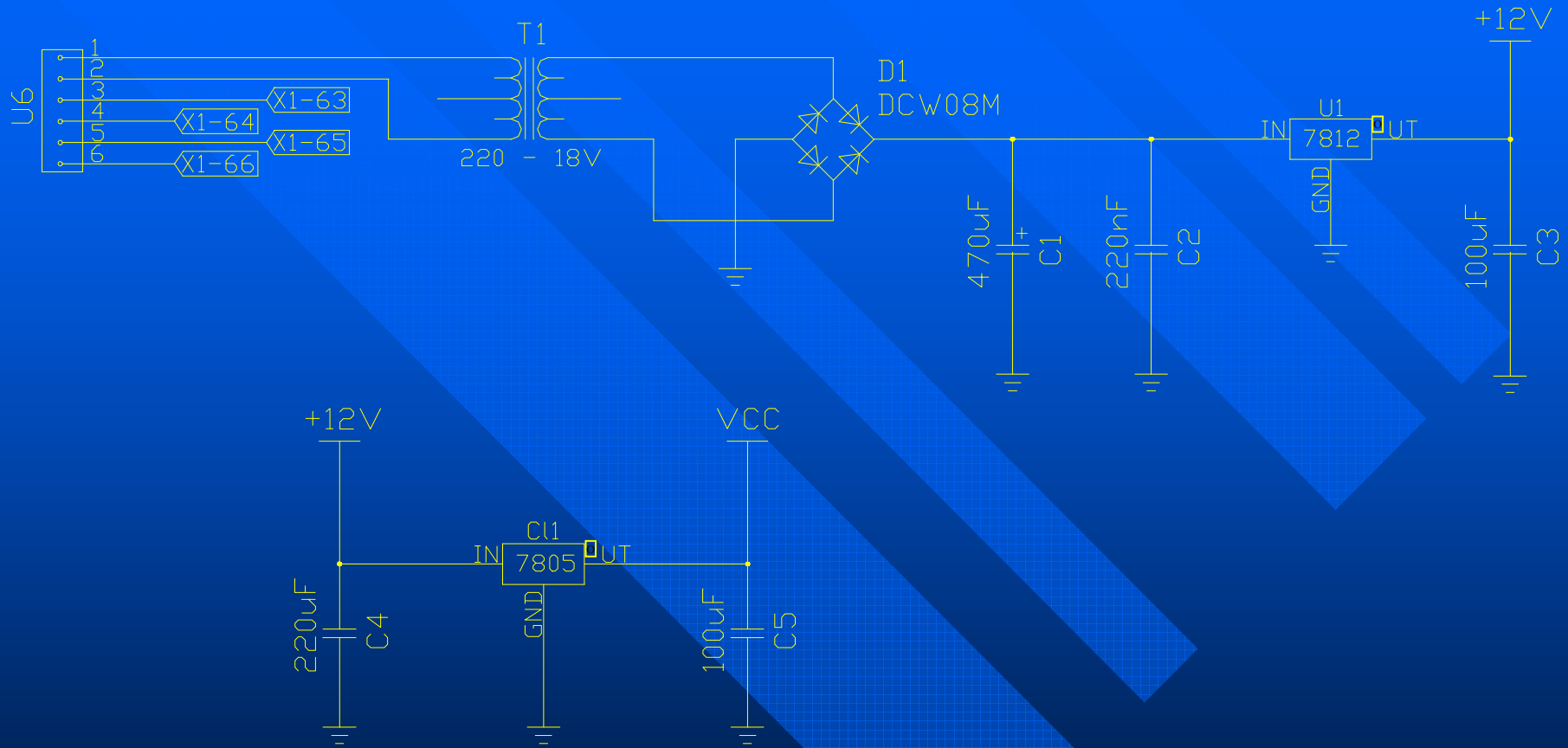
Transdutor Digital (MKM01)

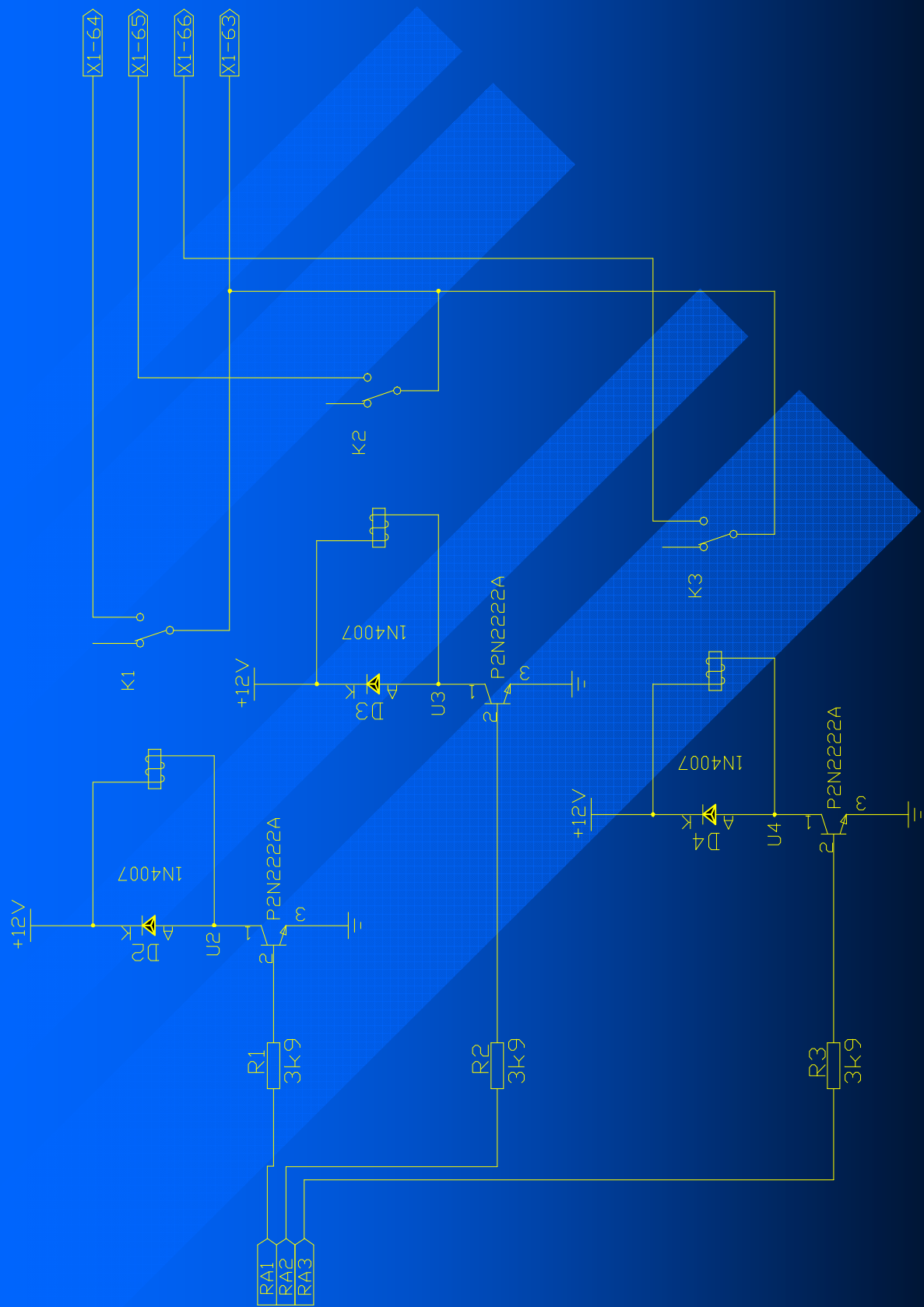


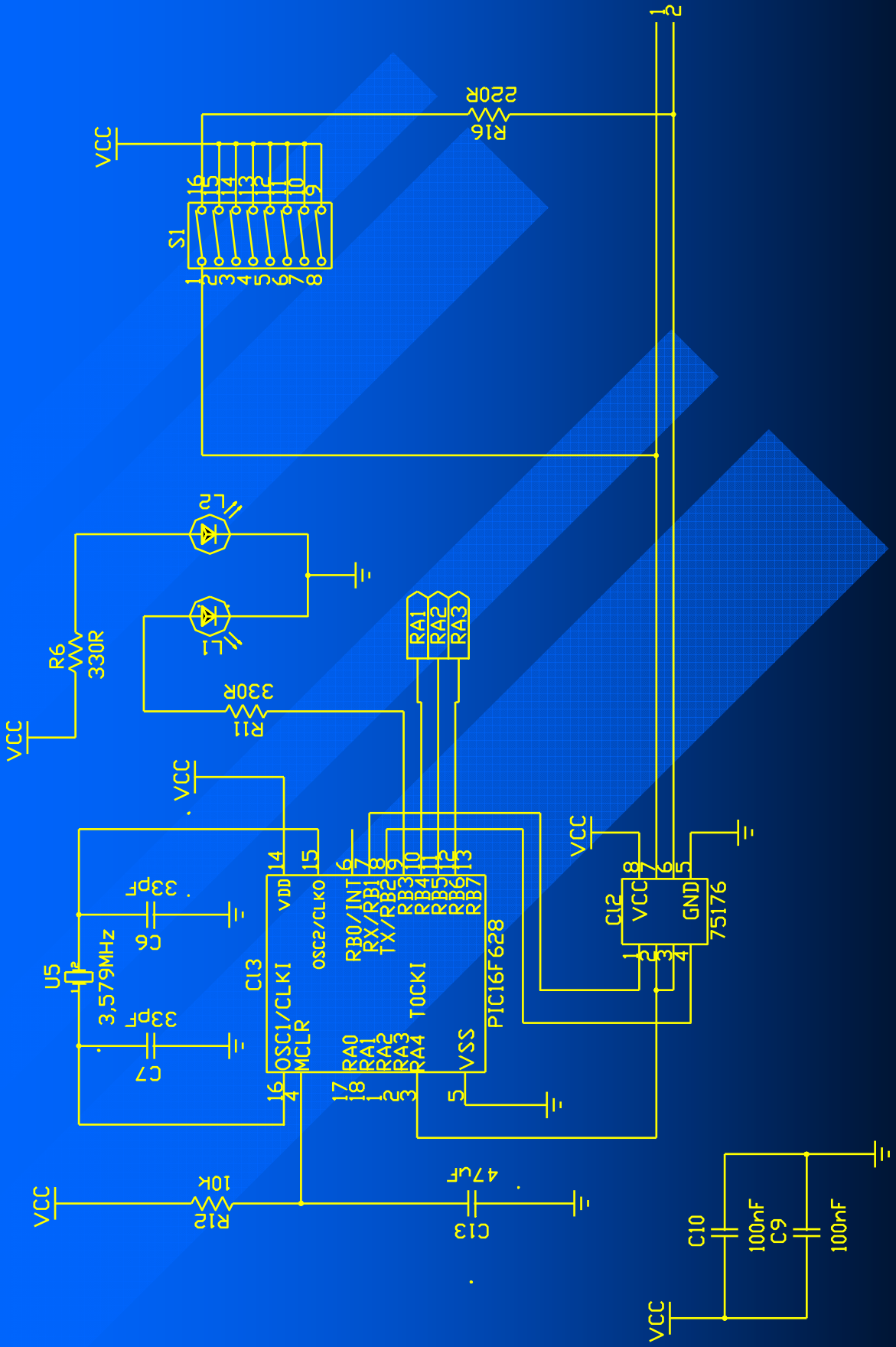
Protótipo de Hardware



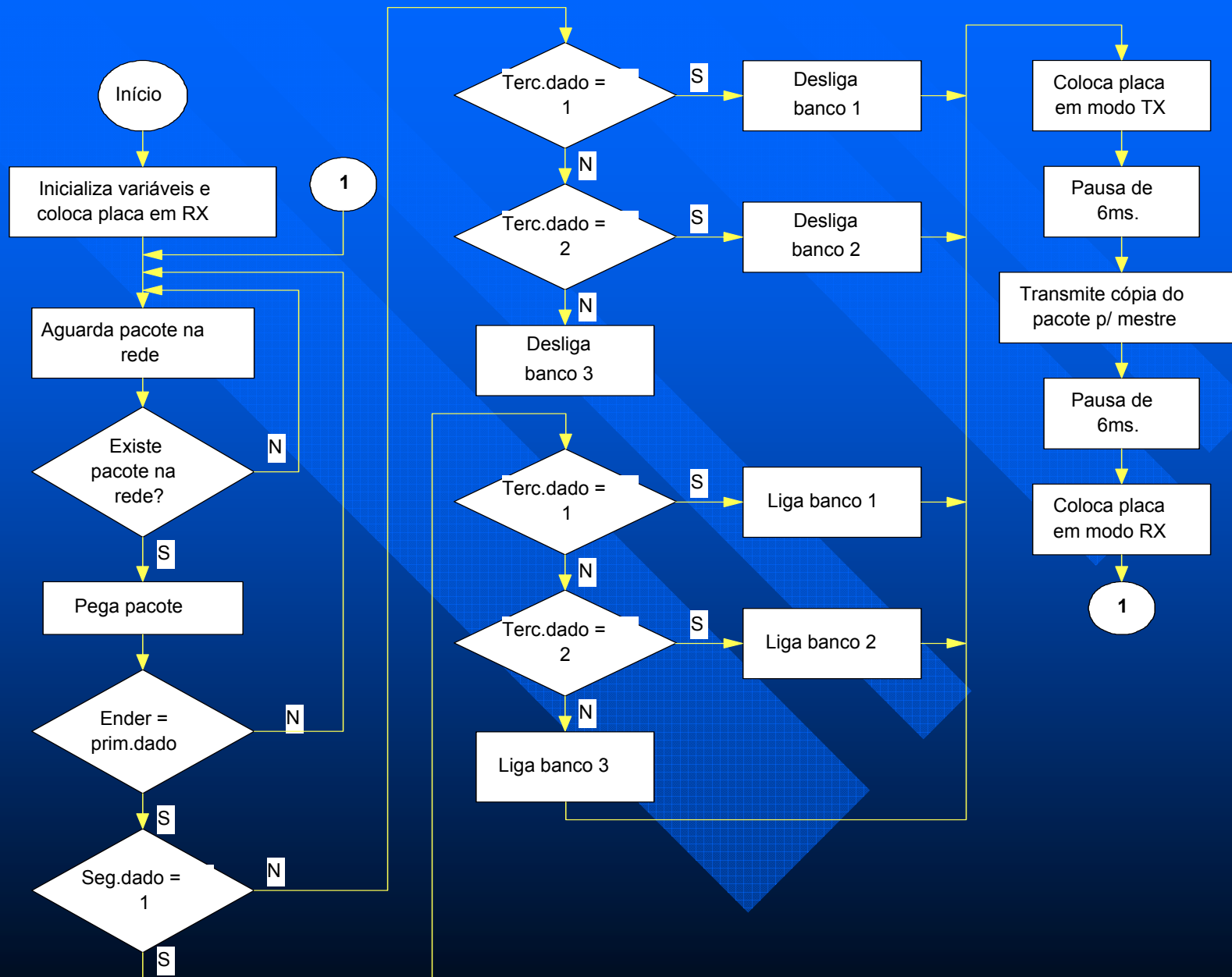
Especificação do Hardware







Especificação do Software do Hardware



Função para receber dados

Loop:

TESTANDO:

```
HSerin 500,TESTANDO,[AUXILIAR_1]
```

```
HSerin 500,TESTANDO,[AUXILIAR_2]
```

```
HSerin 500,TESTANDO,[AUXILIAR_3]
```

```
IF AUXILIAR_1 = 1 Then
```

```
  High LED
```

```
  IF AUXILIAR_2 = 1 Then
```

```
    Select Case AUXILIAR_3
```

```
      Case 1
```

```
        High BC1
```

```
      Case 2
```

```
        High BC2
```

```
      Case 3
```

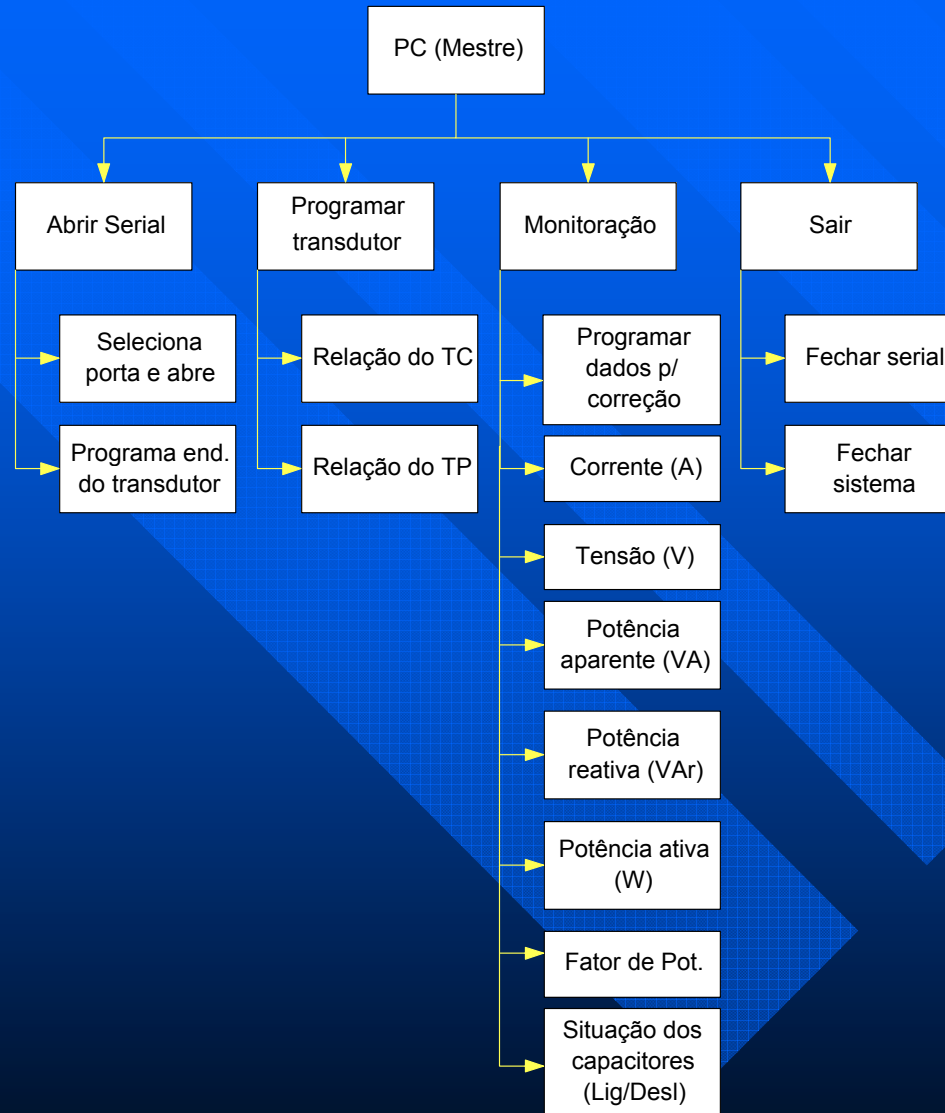
```
        High BC3
```

```
    End Select
```

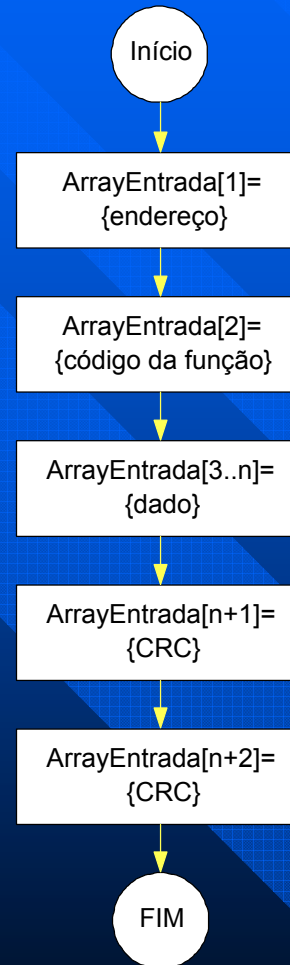
```
  EndIF
```

```
IF AUXILIAR_2 = 2 Then
    Select Case AUXILIAR_3
        Case 1
            Low BC1
        Case 2
            Low BC2
        Case 3
            Low BC3
        Case Else
    End Select
EndIF
High SEL
Pause 6
HSerout [AUXILIAR_1]
HSerout [AUXILIAR_2]
HSerout [AUXILIAR_3]
Pause 6
Low SEL
Low LED
EndIF
GoTo loop
```

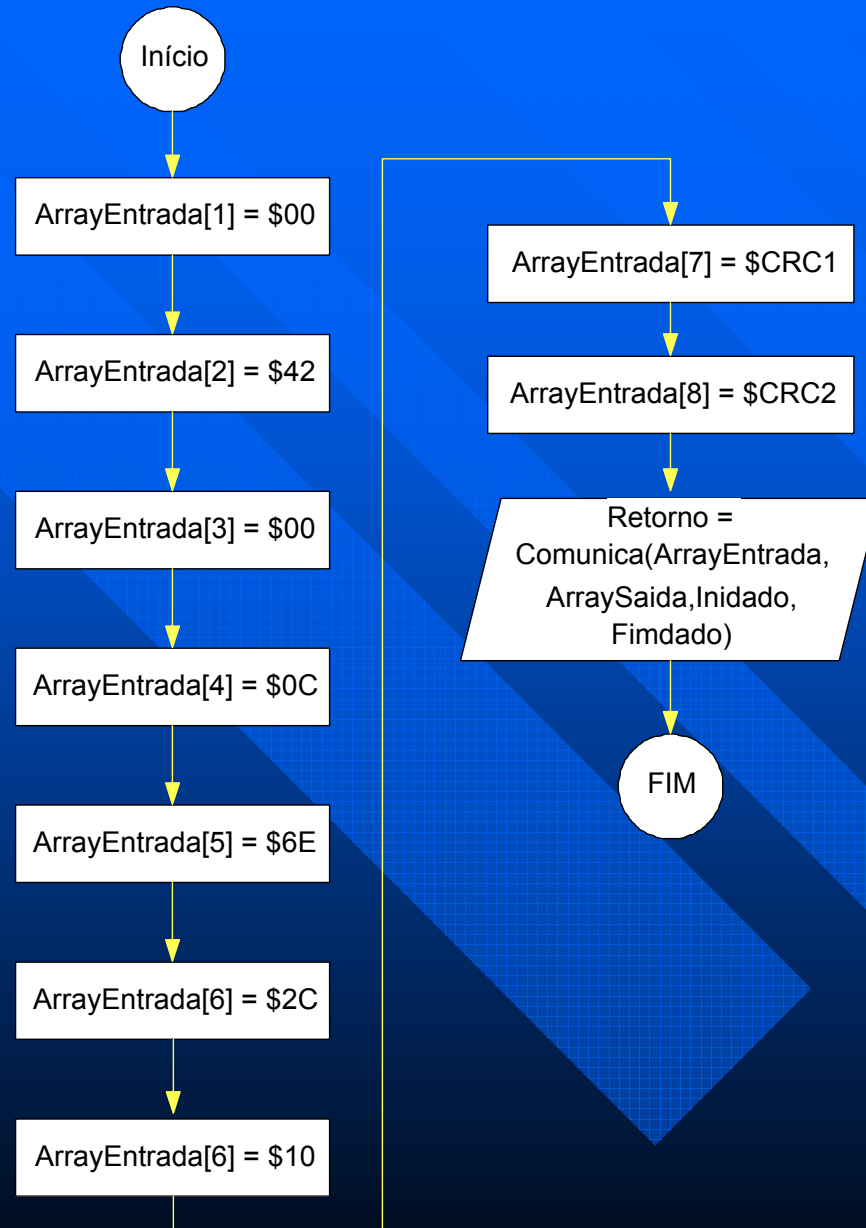
Especificação do Software para Monitoração



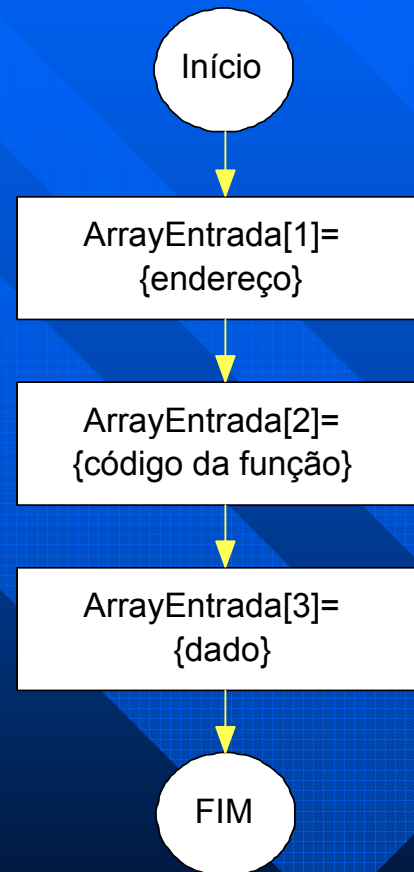
Formato da Mensagem para Comunicação Entre PC e Transdutor



Função para Configurar Endereço do Transdutor



Formato da Mensagem para Comunicação entre PC e Placa de Hardware



Função para Comunicação entre os equipamentos

{Função para leitura da Corrente}

Function LerCorrente: string; Export;

Var

Entrada, Saida: TArrayByte;

Retorno, Rascunho: String;

IniDados, FimDados, Descritor, NbyteS, NbyteR: Integer;

a: SingleOverlay;

Begin

NbyteS:=8;

NbyteR:=9;

{Montagem da mensagem MODBUS}

Entrada[1]:=\$10; //Endereço do transdutor

Entrada[2]:=\$04; //Função para ler as grandezas elétricas no transdutor

Entrada[3]:=\$00; // Grandeza que

Entrada[4]:=\$16; // deveria ser lida

Entrada[5]:=\$00; // Total de registros do transdutor que devem

Entrada[6]:=\$02; // ser lidos para obter valor da grandeza desejada

Entrada[7]:=\$93; // CRC

Entrada[8]:=\$4E; // CRC

```
{Envia comando para o transdutor}
Retorno:= Comunica (Entrada,NbyteS,NbyteR,Saida,IniDados,FimDados);
if Retorno = '2' then
begin
  {conversão IEEE754 32-bit floating point para string}
  a.b[1] := Saida[4];
  a.b[2] := Saida[5];
  a.b[3] := Saida[6];
  a.b[4] := Saida[7];
  Rascunho := FloatTostr(a.float);
  Retorno:= Rascunho
end;
Result:= Retorno;
End;
```

Calculo da Correção do Fator de Potência

```
{compara valor de FP lido com valor programado}  
if FPLeitura < FPmin then  
begin  
  if (FPLeitura <> 0) and (FPmin <> 0) then  
  begin  
    {Calculo da potência reativa necessária para correção do FP}  
    SAux:= PLeitura / FPmin;  
    QAux:= sqrt((sqr(SAux))-(sqr(PLeitura)));  
    Qc:= QLeitura-QAux; //Potência reativa necessária ou excedente
```

Operacionalidade do Protótipo



Dificuldades Encontradas

- Microcontrolador
- Implementação do Protocolo

Conclusões

- O protocolo *Modbus*, mostrou-se simples e objetivo com o propósito de formação de mensagem que trafegam na rede;
- No meio de transmissão RS485, verificou-se sua larga utilização em equipamentos industriais, devido a sua capacidade de transmissão e sua simplificação de cabeamento;
- Os objetivos propostos no trabalho foram todos alcançados.

Extensões

- verificar a utilização e implementar outros protocolos para a comunicação com equipamentos industriais;
- desenvolver um protótipo de hardware que faça leituras de grandezas elétricas de uma rede elétrica e que comunique com o PC;
- estudar outros meios de acesso como radio frequência e fibra ótica;
- desenvolver um protótipo que monitore o consumo de energia elétrica.