
Especificação de Protocolos

FEUP/MRSC/AMSR
MPR

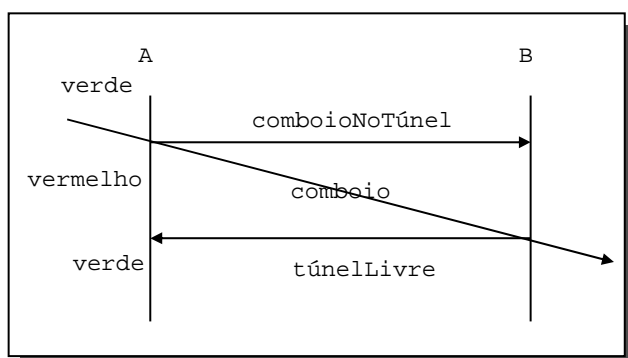
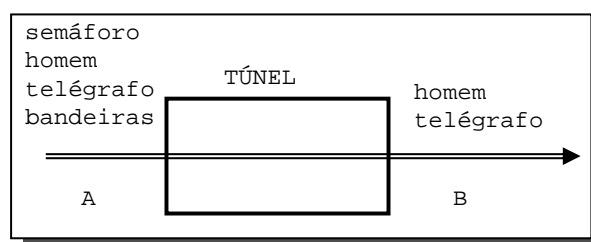
Bibliografia

- » Gerard J. Holzmann, "Design and Validation of Computer Protocols", Prentice-Hall.
- » F. Belina, D. Hogrefe and A. Sarma, "SDL with applications from protocol specification", Prentice – Hall.
- » Telelogic, "Specification and Description Language (SDL)" tutorial.
- » D. Hogrefe, "OSI formal specification case study: the Inres protocol and service, revised", May 1992.

Introdução

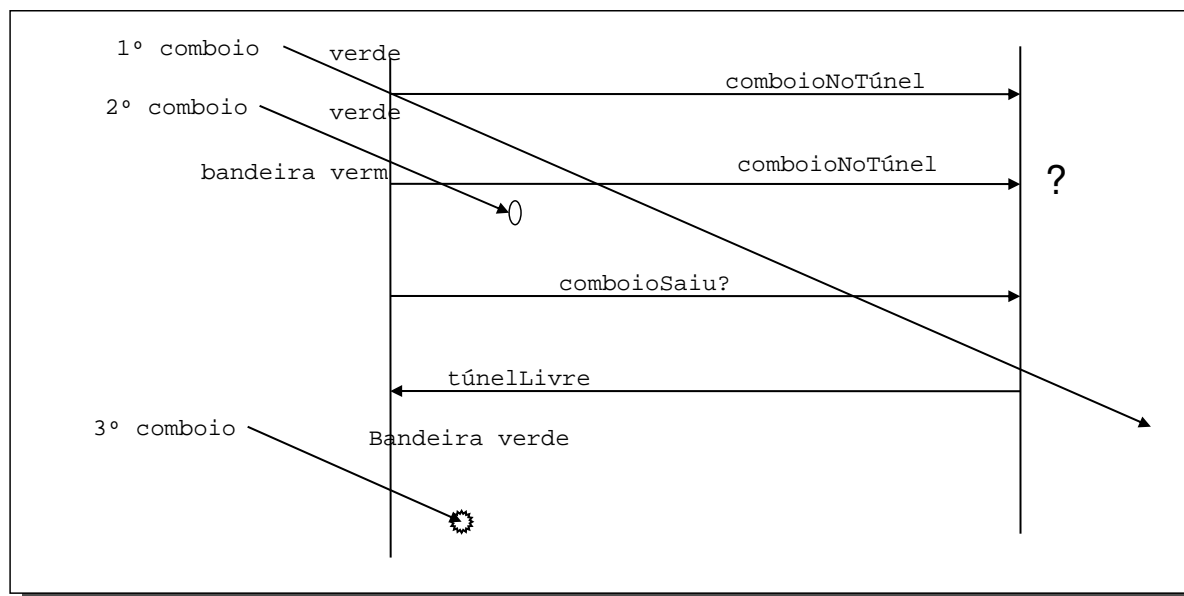
Projecto de um Protocolo

- » Inglaterra, 1841
- » Túnel de 2 km



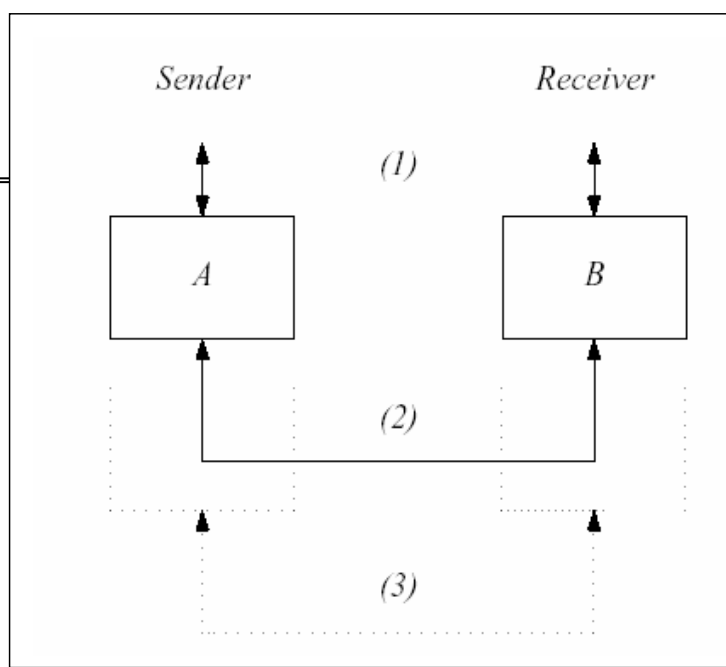
```
Telégrafo = {
    comboioNoTúnel,
    túnelLivre,
    comboioSaiu?
}
```

Complexidade do Projecto



» 21 pessoas mortas, 176 feridas

Protocolo de Comunicações



» Tendo

- A interface através da qual se recebe serviço interface 2
- A definição abstracta do serviço a fornecer interface 1

» Projecto de um protocolo consiste

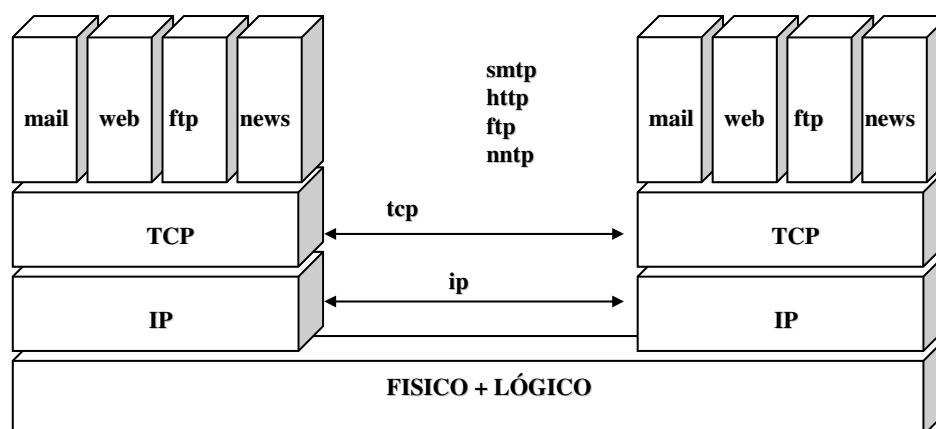
- Transformar interface 2, passo a passo, até se conseguir fornecer serviço 1

Elementos Básicos de um Protocolo

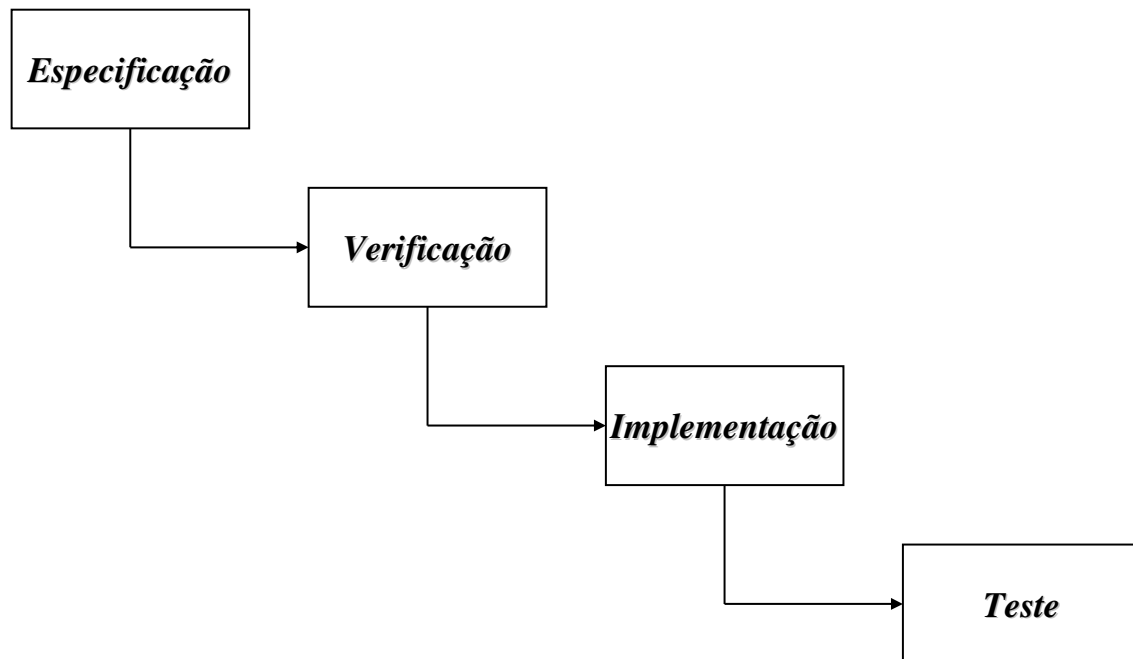
- » **Serviço** a fornecer
 - u Formalização da interface superior
- » **Restrições**
 - u Impostas pelo ambiente em que o protocolo é executado
 - u Formalização da interface inferior
- » **Vocabulário**
 - u mensagens usadas para implementar o protocolo
- » **Codificação** das mensagens do vocabulário
 - u Sintaxe / formato de cada mensagem
- » **Procedimentos** que regulam a troca de mensagens
 - u Gramática, regras de funcionamento

Pilhas de Protocolos

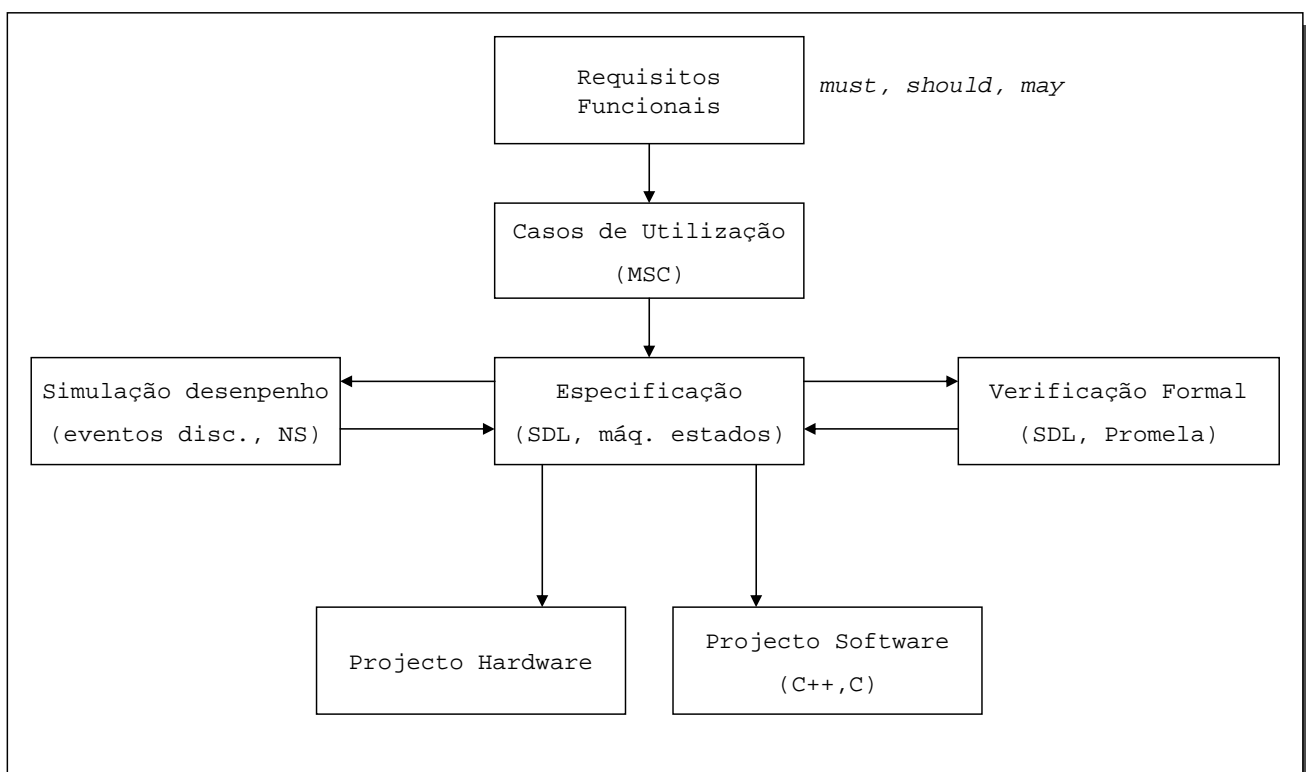
- » Exemplo, TCP/IP



Processo de Desenvolvimento de Um Protocolo



Aproximação Possível



Especificação de Protocolos

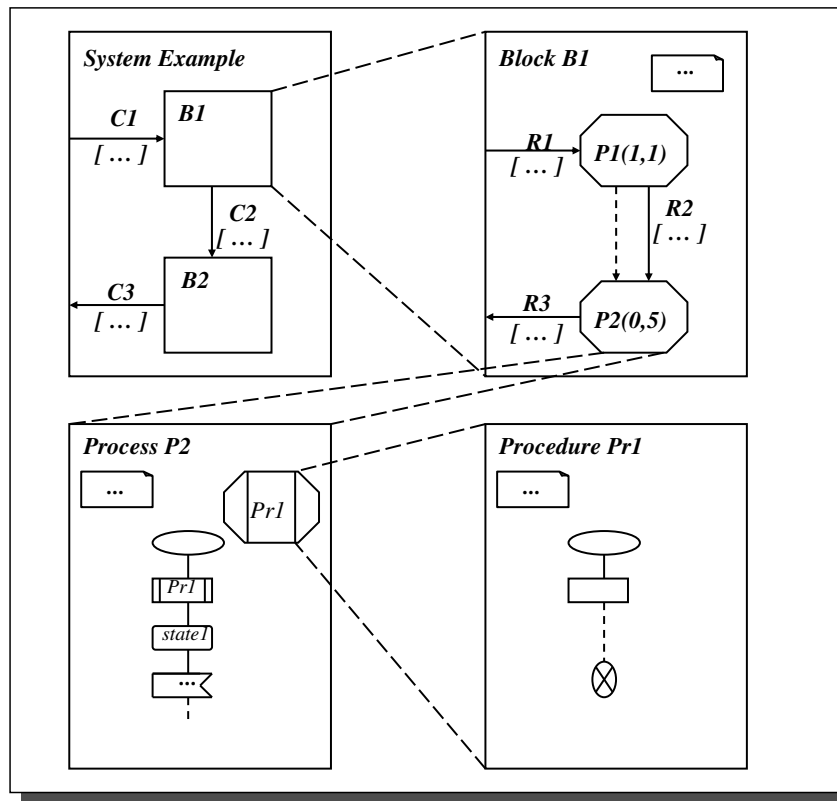
SDL

(Specification and Description Language)

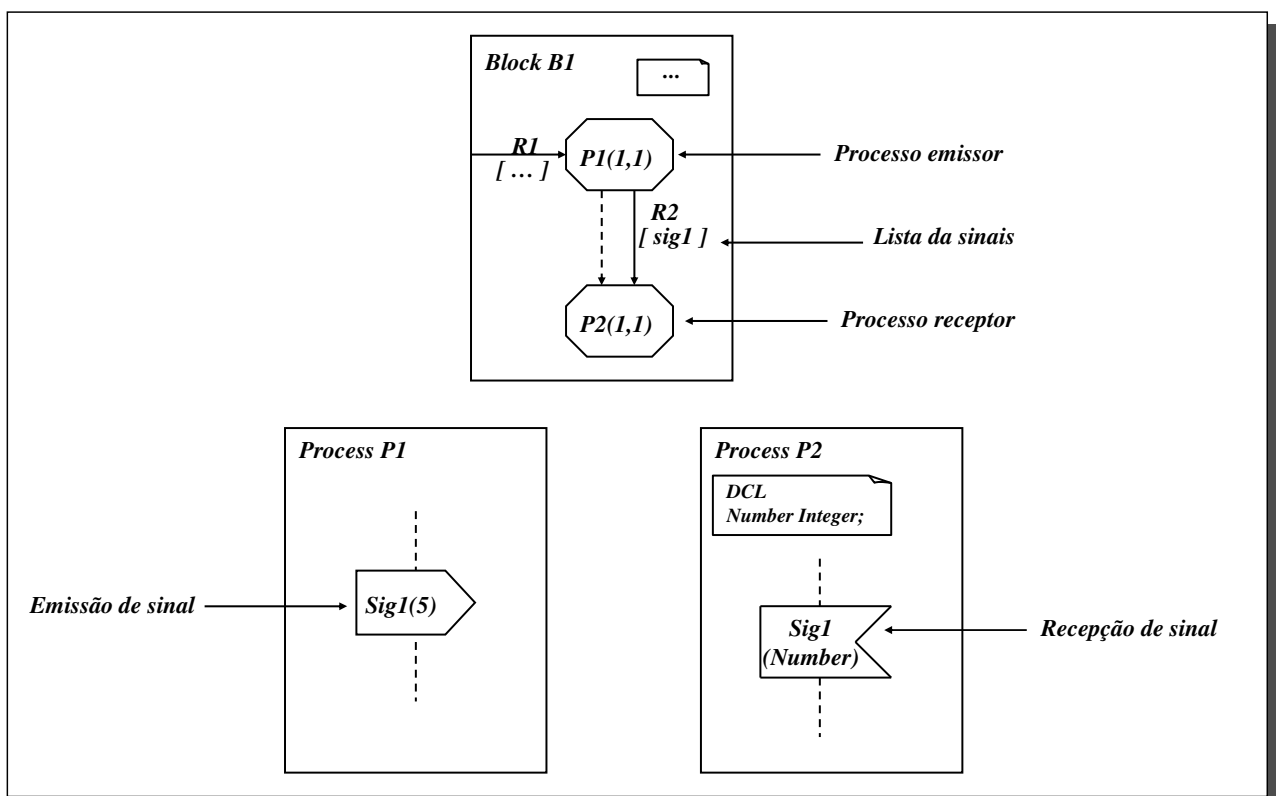
Linguagem de Especificação de Protocolos

- ◆ *SDL - Specification and Description Language*
 - especificação de estrutura e funcionamento de sistemas
 - formal (estados, transições) \bowtie *comparação* de sistemas
 - representação gráfica e textual
 - suportada por CADs
 - normalizada por ITU (*Institute of Telecommunications Union*)
- ◆ *Vantagens*
 - Especificação, simulação e verificação de propriedades dos sistemas
 - geração automática de código (C, C++)
 - geração automática de testes para verificação de conformidade (TTCN)
- ◆ *Domínios de aplicação*
 - Telecomunicações (protocolos, sistemas)
 - Sistemas de tempo real

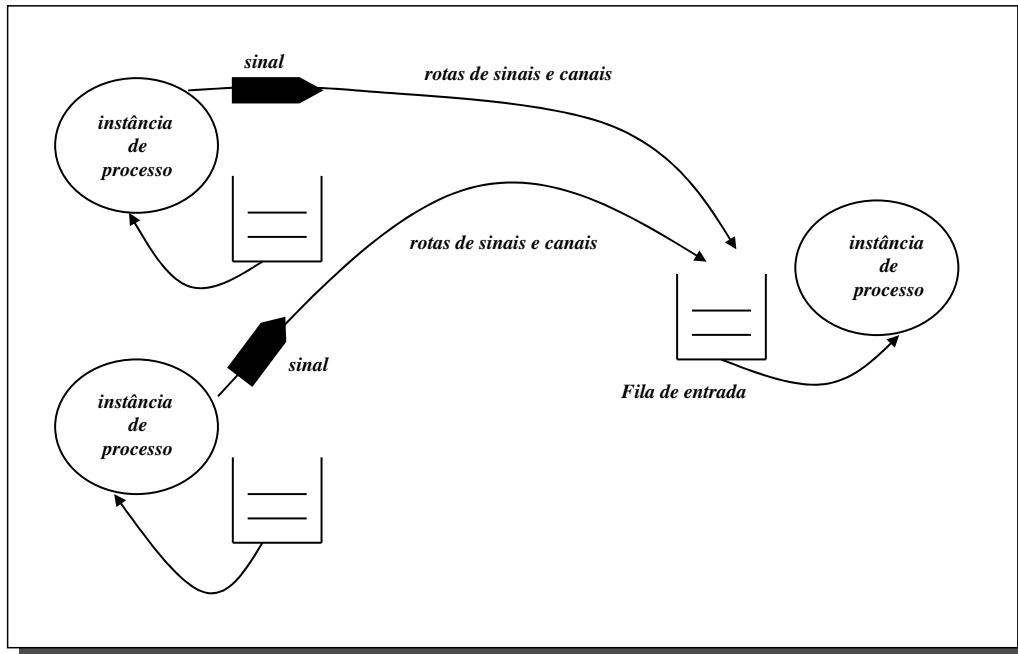
Estrutura – Sistema, Bloco, Processo



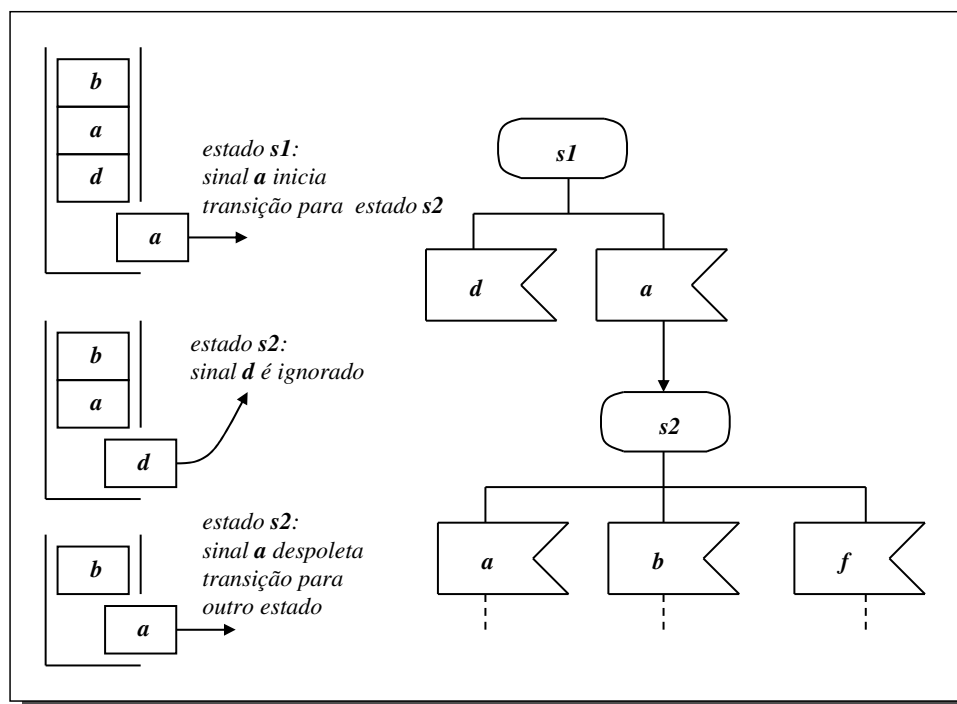
Comunicação por Sinais



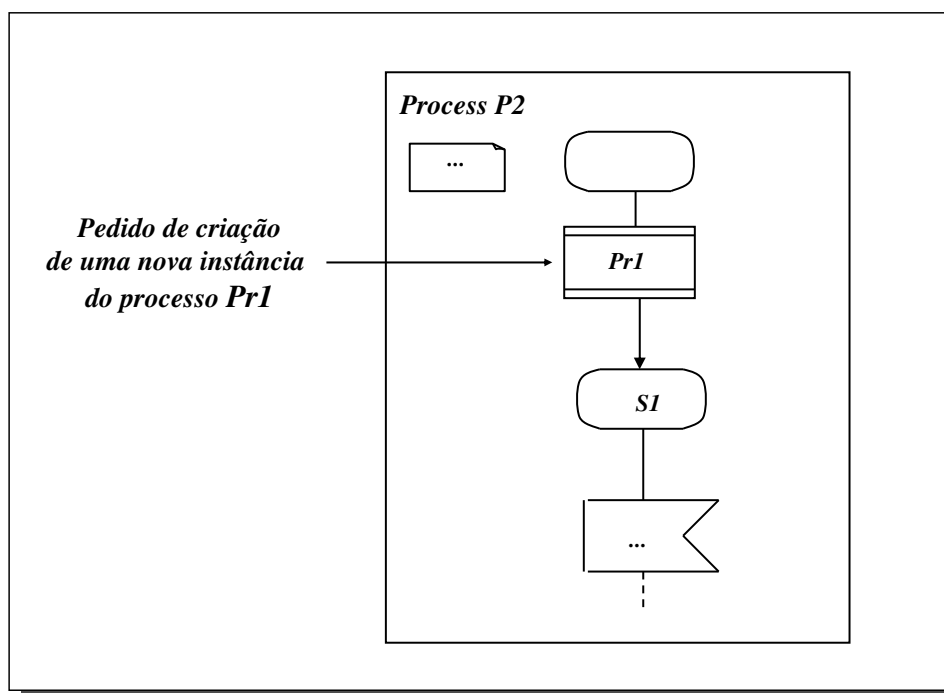
Filas de Sinais



Consumo de Sinais num Processo



Criação Dinâmica de Instância de Processo



Tipos de Dados

- » Tipos de dados predefinidos
 - u Boolean, Character, Charstring
 - u Integer, Natural, Real
 - u Pid
 - u Duration, Time
- » Definição de tipos novos e tipos sinónimos de dados
 - u Newtype
 - u Syntype
- » Cada instância de processo
 - u tem endereço único no sistema
 - u contém 4 variáveis tipo *Pid*
 - *self* - endereço próprio
 - *sender* - endereço do processo que enviou o último sinal consumido
 - *offspring* - endereço do último processo criado
 - *parent* - endereço do processo pai

INRES - Especificação

» INRES - INitiator RESponder

- Protocolo *não real*
- Usado no estudo de testes de conformidade de protocolos
- Caso simples de um protocolo (ex. Transporte, nível 4)

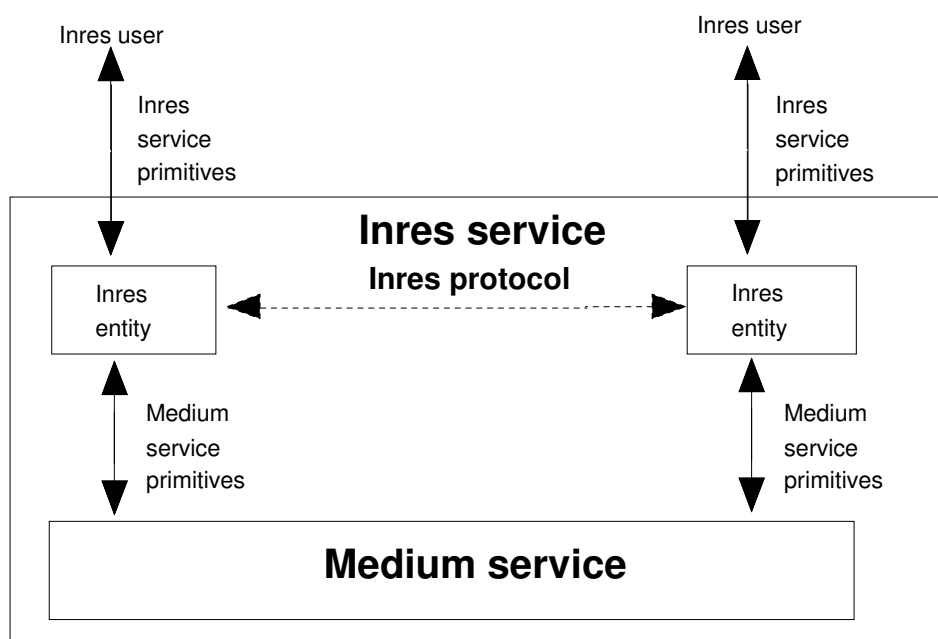
» Bom exemplo

- Simples. Pequeno.
- Contém aspectos essenciais dos protocolos de comunicação

» 2 serviços, 1 protocolo

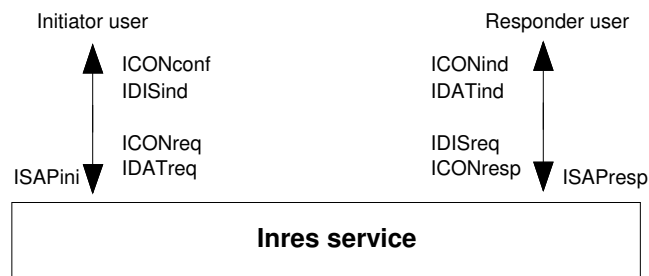
- *serviço INRES*: serviço de transporte orientado às ligações
- *serviço Medium*: transmissão não fiável de PDUs
- *protocolo INRES*: regras de comunicação entre o Initiator e o Responder

Arquitectura do Serviço INRES



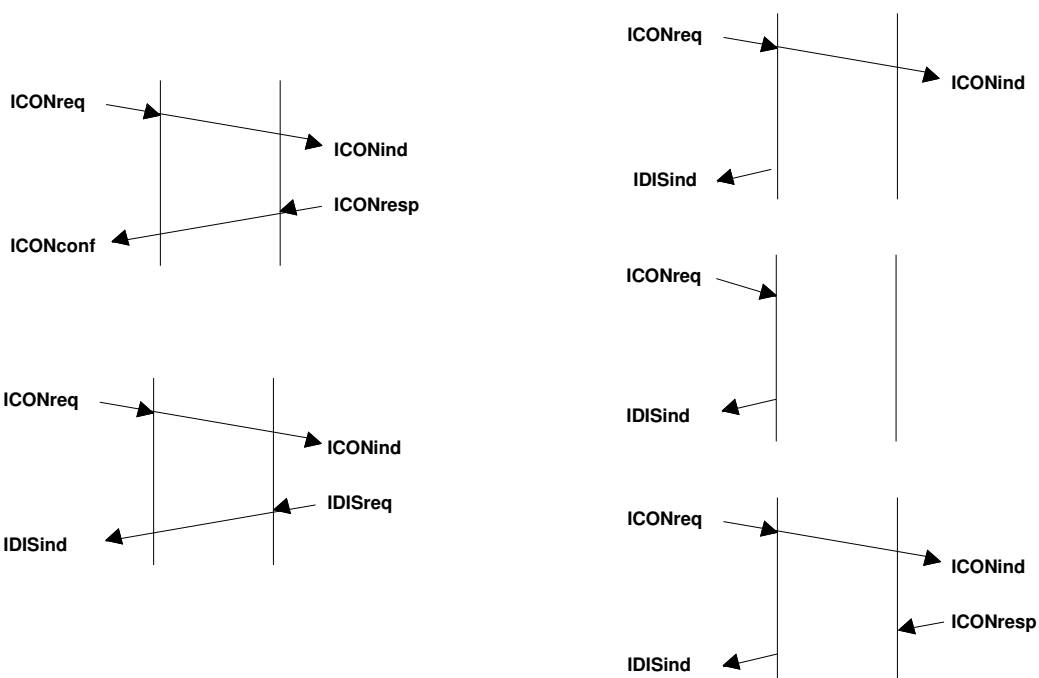
Serviço INRES

- ◆ Orientado às ligações
 - » Estabelecer ligação, transferir dados, terminar ligação
- ◆ 2 pontos de acesso de serviço (SAP)
 - » *ISAPini*, *ISAPresp*
 - » Serviço não simétrico
 - » Chamada
 - Iniciada em *ISAPini*
 - Com dados de *ISAPini* *ISAPresp*
 - Terminada em *ISAPresp*

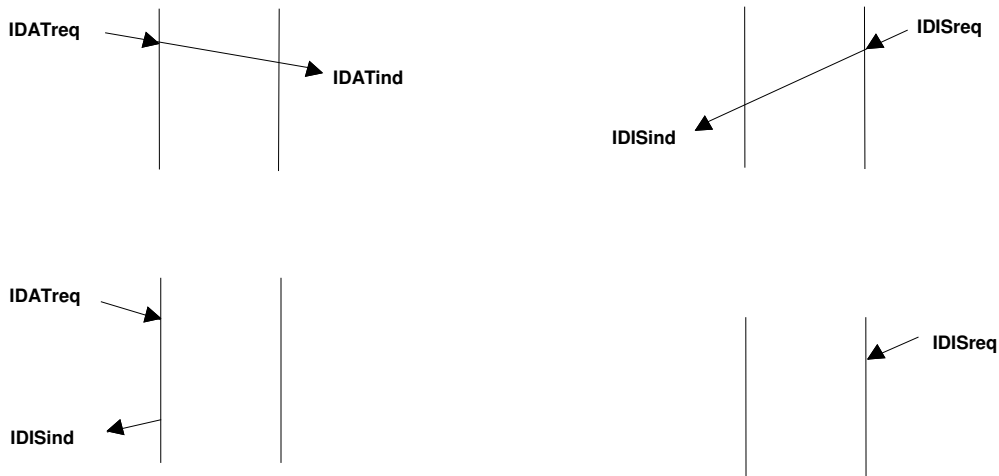


- ◆ Primitivas de serviço
 - » *ICONreq*: pedido de ligação
 - » *ICONind*: indicação de ligação
 - » *ICONresp*: resposta de pedido de ligação
 - » *ICONconf*: confirmação aceitação
 - » *IDATreq*(ISDU): pedido transfer. dados (ISDU)
 - » *IDATind*(ISDU): indicação de dados
 - » *IDISreq*: pedido de terminação de ligação
 - » *IDISind*: indicação de terminação de ligação

Serviço INRES – Estabelecimento de Ligação



Serviço INRES – Transferência de Dados e Terminação de Ligação

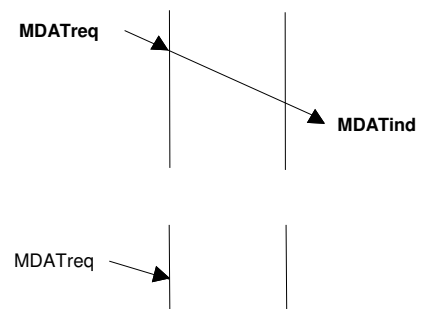
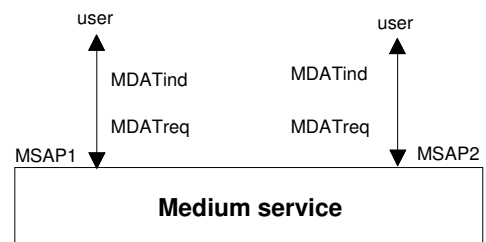


Serviço Medium

- ◆ Transporte *não fiável* de dados
 - Dados podem ser perdidos
 - Dados não são corrompidos
 - Dados não são duplicados

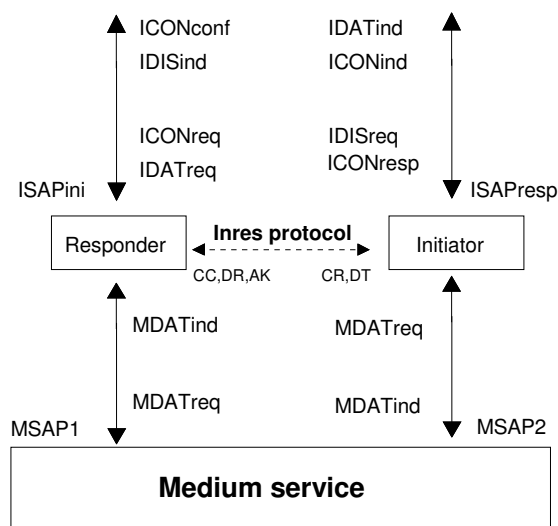
- ◆ 2 pontos de acesso de serviço (SAP)
 - *MSAPI, MSAP2*
 - Serviço simétrico

- ◆ Primitivas de serviço
 - MDATreq(MSDU): pedido transfer. dados (MSDU)
 - MDATind(MSDU): indicação de dados



Protocolo INRES – PDUs, Semântica

<i>PDU</i>	<i>Significado</i>	<i>Parâmetros</i>	<i>Primitivas associadas</i>
CR	connection establishment	none	ICONreq, ICONind
CC	connection confirmation	none	ICONresp, ICONconf
DT	data transfer	sequence number, ISDU	IDATreq, IDATind
AK	acknowledgement	sequence number	-
DR	disconnection	none	IDISreq, IDISind



Procedimentos - Estabelecimento De Ligação

- » Iniciada por utilizador do *Initiator* com *ICONreq*
- » *Initiator* envia *CR* para *Responder*
- » *Initiator* pode receber do *Responder* : *CC*, *DR* ou *nada*
 - *CC*: *Initiator* envia *ICONconf* para seu utilizador *TransferênciaDeDados*
 - *DR*: *Initiator* envia *IDISind* para seu utilizador *TerminaçãoDeLigação*
 - Nada:
 - u fim de *5s*, *Initiator* envia *CR* de novo
 - u Ao fim de *4 tentativas* *TerminaçãoDeLigação*

Procedimentos – TransferênciaDeDados

- » Utilizador do **Initiator** envia **IDATreq(ISDU)**
 - u **ISDU** contém informação da **camada superior** (PDU + info controlo)
 - u **Initiator** envia **DT** para **Responder**
 - u PDU da camada superior transportado transparentemente
 - u **Initiator** espera até **5s** por confirmação **AK**
 - u Se não chegar **AK**, retransmite DT.
 - u Ao fim de 4 tentativas **TerminaçãoDeLigação**

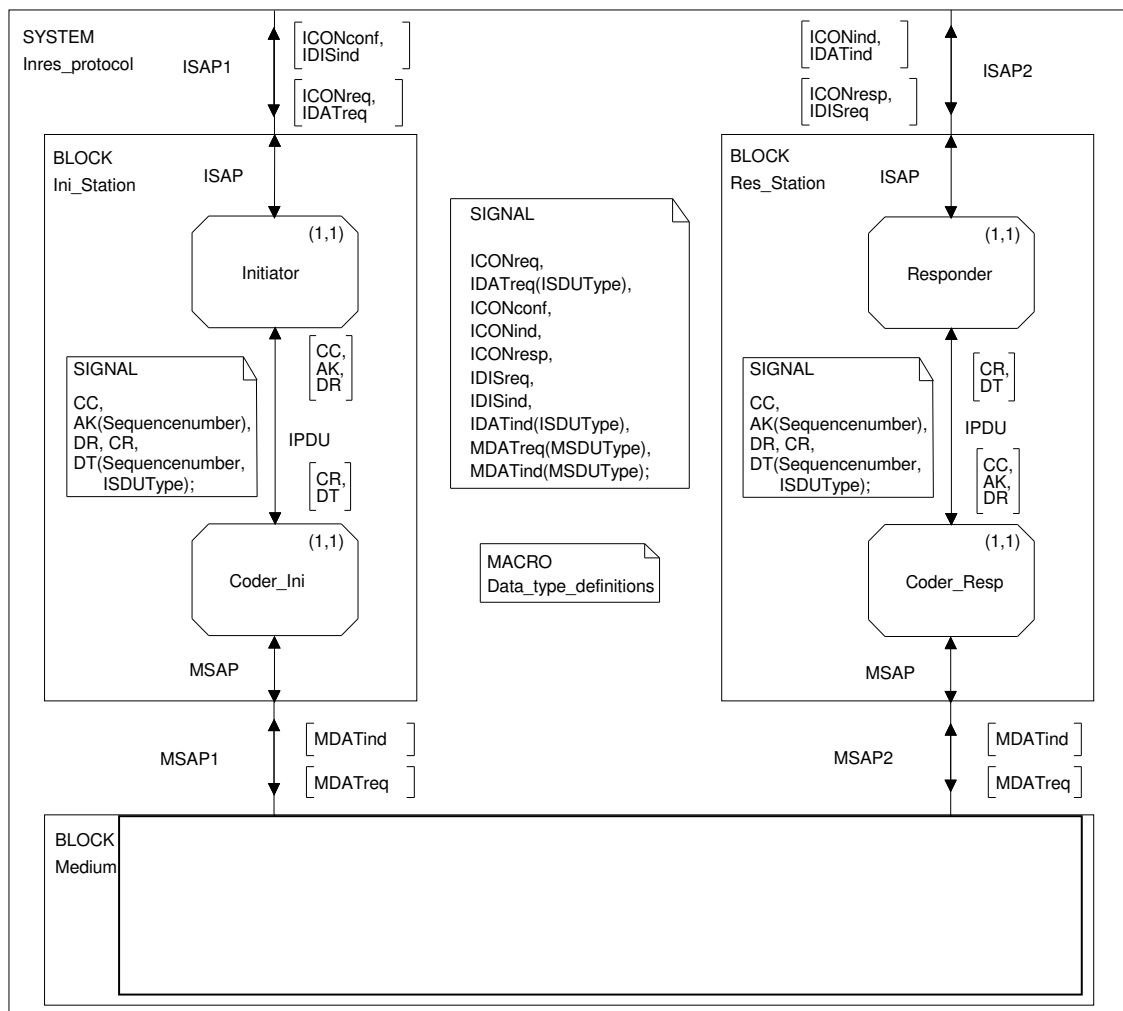
- » **DT, AK** contêm número sequência. 2 valores possíveis: **0,1**
 - u **Initiator** começa com valor **1**
 - u espera confirmação com mesmo valor: **DT(1, ...)** **AK(1)**
 - u Se recebe confirmação
 - com mesmo valor transmite novos dados, **DT(0, ...)**
 - com valor diferente (erro) retransmite dados, **DT(1, ...)**

Procedimentos – TerminaçãoDeLigação

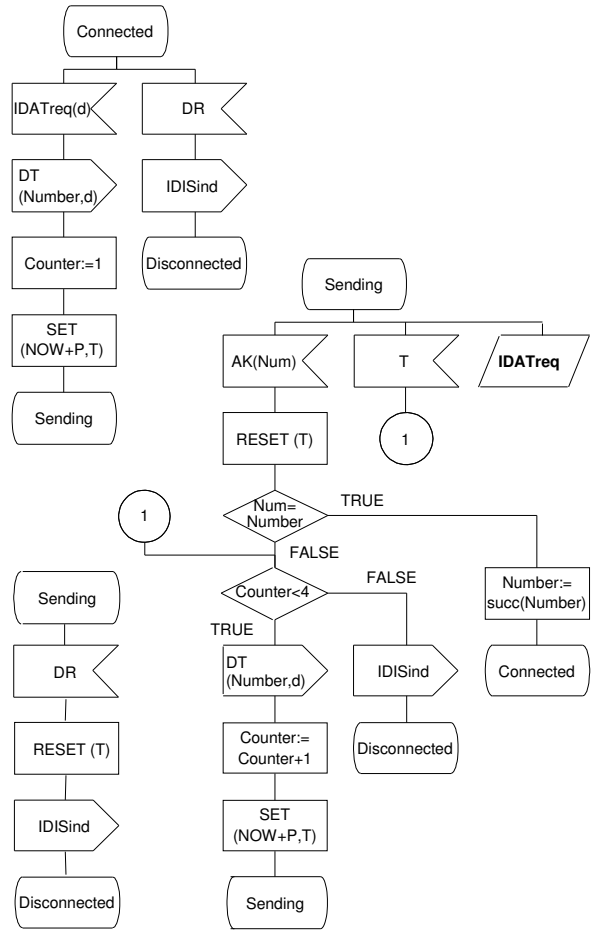
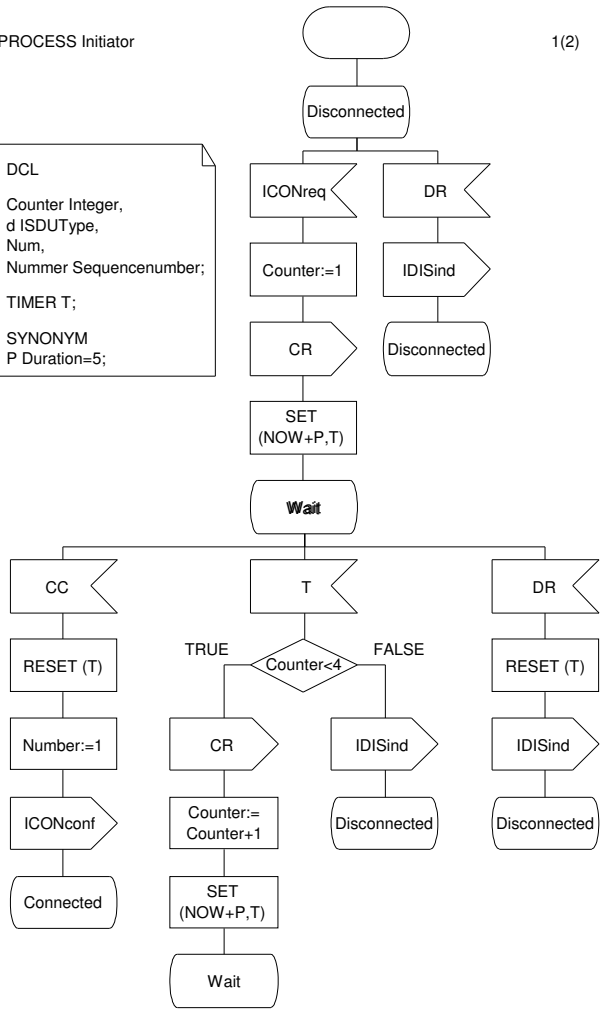
- » **IDISreq** enviado por utilizador de **Responder**
 - **DR** enviado por **Responder** para **Initiator** **EstabelecimentoDeLigação**

- » No **Initiator**
 - **DR** recebido
 - **IDISind** enviado pelo **Initiator** para o seu utilizador **EstabelecimentoDeLigação**

INRES em SDL

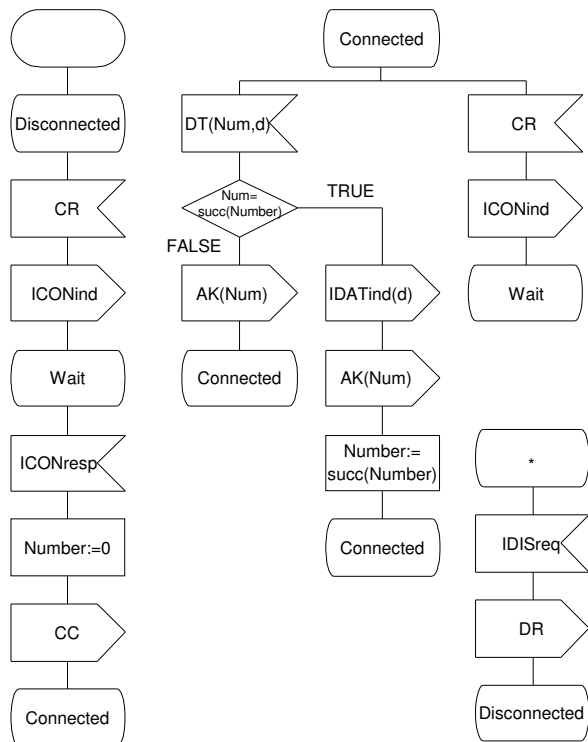


DCL
 Counter Integer,
 d ISDUType,
 Num,
 Nummer Sequencenumber;
 TIMER T;
 SYNONYM
 P Duration=5;

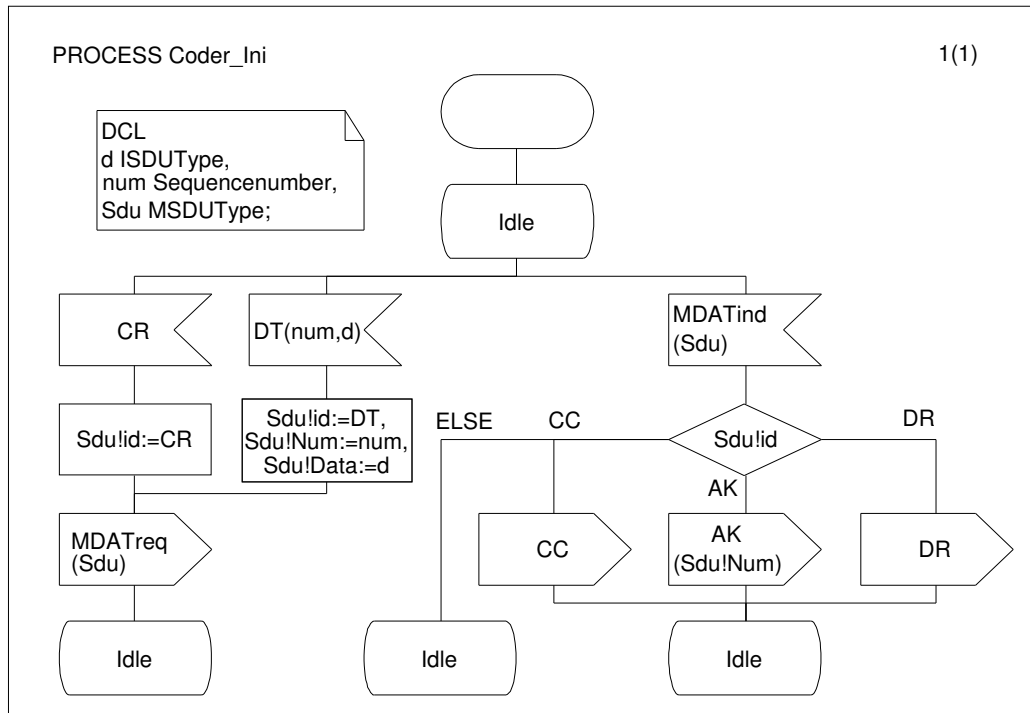


Responder

DCL
 d ISDUType,
 Num,
 Number Sequencenumber;



Coder_ini



Coder_Resp

