

## INSTALAÇÕES DE TELECOMUNICAÇÕES

### Telecomando da rede de MT

#### Protocolo de comunicações

---

**Elaboração:** DNT

**Homologação:** Maio 2007

**Edição:** 3ª. Anula e substitui a edição de JAN 2004

---

**Emissão:** EDP Distribuição – Energia, S.A.  
DNT – Direcção de Normalização e Tecnologia  
Av. Urbano Duarte, 100 • 3030-215 Coimbra • Tel.: 239002000 • Fax: 239002344  
E-mail: dnt@edp.pt

**Divulgação:** EDP Distribuição – Energia, S.A.  
GBCI – Gabinete de Comunicação e Imagem  
Rua Camilo Castelo Branco nº 43 • 1050-044 Lisboa • Tel.: 210021684 • Fax: 210021635

---

**ÍNDICE**

<b>1</b>	<b>OBJECTO.....</b>	<b>3</b>
1.1	Abreviaturas.....	3
1.2	Convenções.....	3
<b>2</b>	<b>FORMATO DAS TRAMAS.....</b>	<b>3</b>
2.1	Tramas de comprimento fixo .....	4
2.2	Tramas de comprimento variável .....	4
<b>3</b>	<b>CONTROLO DE FLUXO.....</b>	<b>5</b>
3.1	Ligação directa .....	6
3.1.1	Inicialização do Centro de Comando .....	6
3.1.2	Inicialização das Unidades Remotas.....	6
3.1.3	Envio de dados da UR.....	7
3.1.4	Envio de dados do CC.....	7
3.1.5	Falha de comunicações.....	7
3.1.6	Perda de Informação.....	8
3.1.7	Inibição Efectiva da UR.....	8
<b>4</b>	<b>TIPOS DE MENSAGENS .....</b>	<b>8</b>
4.1	Estação Primária (PRM = 1).....	8
4.2	Estação Secundária (PRM = 0).....	9
<b>5</b>	<b>ESTRUTURA DE DADOS DO UTILIZADOR.....</b>	<b>9</b>
5.1	Mensagens com Código de Função (FC) = 3.....	10
5.2	Mensagens com Código de Função (FC) = 6.....	10
<b>6</b>	<b>CONTEÚDO DAS MENSAGENS.....</b>	<b>10</b>
6.1	Com Código de Função (FC) = 0, <i>Reset</i> Comunicações.....	10
6.2	Com Código de Função (FC) = 3.....	11
6.3	Conteúdo das mensagens com Código de Função (FC)=6 .....	16
	<b>ANEXO A - GESTÃO DO ACESSO AO MEIO .....</b>	<b>17</b>
	<b>ANEXO B - CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>20</b>
	<b>ANEXO C - TABELA DE VARIÁVEIS .....</b>	<b>21</b>

## 1 OBJECTO

O presente documento descreve o protocolo de comunicações utilizado na rede MT da EDP, que é inspirado na norma CEI 870-5 e recorre ao formato FT1.2 com comprimento variável. Trata-se de um protocolo *Master-Master* que tem como objectivo efectuar a transferência de informação entre uma unidade concentradora (Centro de Comando, abreviadamente CC, *front-end*, ...) e as suas Unidades Remotas, também designadas abreviadamente UR.

A fim de se possibilitar a utilização de unidades repetidoras (não utilizadas nesta versão) e em virtude do protocolo poder funcionar em canal aberto, as mensagens incluem endereços de *link* e de aplicação do destino e da origem.

### 1.1 Abreviaturas

No presente documento são utilizadas as seguintes abreviaturas:

CC	Centro de Condução
DMA	Documento Normativo de Materiais e Aparelhos
IEC	Comissão Electrotécnica Internacional
MT	Média Tensão
OCR	Órgão de Corte de Rede
PC	<i>Personal Computer</i>
PTT	<i>Push to Talk</i>
SQ	<i>Squelch</i>
UR	Unidade Remota

### 1.2 Convenções

- **Conceitos de Opcional e Não usado**

Numa trama de comprimento variável

**Não usado:** significa não presente, ou seja, os respectivos *bytes* não são enviados/recebidos.

**Opcional:** se utilizado, estará presente, senão, será o mesmo que não usado.

Numa trama de comprimento fixo

**Não usado:** significa ignorado, ou seja, os respectivos *bytes* são enviados/recebidos, mas o seu conteúdo é ignorado.

**Opcional:** se utilizado, estará presente, e será considerado o seu conteúdo, senão, será o mesmo que não usado.

Todos os números que tenham um tamanho cuja representação seja superior a um byte são transmitidos com o *byte* menos significativo em primeiro lugar

## 2 FORMATO DAS TRAMAS

A transmissão de tramas com o formato a seguir descrito obedece aos seguintes requisitos:

— cada carácter é composto por 11 *bits*:

1 <i>start bit</i>	8 <i>bits</i> de dados	1 <i>bit</i> de paridade (par)	1 <i>stop bit</i>
--------------------	------------------------	--------------------------------	-------------------

— não são admissíveis intervalos entre caracteres de uma mesma trama;

— entre o último carácter de uma trama e o primeiro da trama seguinte terá que existir um intervalo de pelo menos 33 *bits*.

## 2.1 Tramas de comprimento fixo

Usadas para supervisão e controlo de fluxo:

<i>Start byte = 10h</i>
C (Controlo)
LSADDR
LDADDR
Dados do utilizador
<i>Checksum</i>
<i>Stop byte = 16h</i>

**C** - *Byte* de controlo

0	PRM=0	0	0	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
---	-------	---	---	----------------	----------------	----------------	----------------

*Function Code*

**Function Code** - Indica o tipo de mensagem a transmitir.

**LSADDR** - *Link source address*: endereço da estação que transmitiu esta mensagem. Com dois *bytes* de comprimento (LSB primeiro).

**LDADDR** - *Link destination address*: endereço da estação a que se destina esta mensagem. Com dois *bytes* de comprimento (LSB primeiro).

**Dados do utilizador** - Este campo de dois *bytes* pode incluir o código de protecção extra dos dados da mensagem - CRC16 - com o polinómio  $x^{16}+x^{15}+x^2+1$  (inicialização a 0). No caso de ser utilizado, deverá ser conhecido de ambas as estações e deve incluir todos os cinco *bytes* anteriores (controlo e endereços). Caso o CRC16 não seja usado o conteúdo destes dois bytes não tem significado e é ignorado.

**Checksum** - Um *byte* com a soma dos *bytes* do utilizador (inclui *byte* de controlo, endereços e dados do utilizador).

## 2.2 Tramas de comprimento variável

Usadas para transporte de informação, supervisão remota e ACK de UR ocultas.

<i>Start byte = 68h</i>
L
L
<i>Start byte = 68h</i>
C (Controlo)
LSADDR
LDADDR
ASADDR
ADADDR
Dados do utilizador
...
<i>Checksum</i>
<i>Stop byte = 16h</i>

 - > Opcional

L - Comprimento da mensagem: deve ser igual ao número de *bytes* de Dados do utilizador + 9 (Controlo + endereços). Os dois *bytes* (L) são iguais (repetição).

O limite superior do número de Dados do utilizador é tal que, no máximo, a trama (desde o 1º *Start byte* até ao *Stop byte*) só poderá ter 255 *bytes*. Este comprimento máximo da trama é configurável no CC e na UR.

C - *Byte* de controlo - especifica o tipo de mensagem:



*Function Code*

**PRM** - Indica origem da mensagem.

1 => Mensagem da estação primária (*master*)

Estação primária: aquela que toma a iniciativa de transmissão sem que para isso seja solicitada.

0 => Mensagem da estação secundária (*slave*)

Estação secundária: aquela que executa a transmissão de uma mensagem como resposta a um pedido.

Numa ligação balanceada ambas as estações podem ser temporariamente primárias ou secundárias.

**FCB** - *Frame count bit* (valor inicial = 1).

**FCV** - Indica validade do FCB:

0 => FCB inválido

1 => FCB válido

**Function Code** - Indica o tipo de mensagem a transmitir.

**LSADDR** - *Link source address*: endereço da estação que transmitiu esta mensagem. Com dois *bytes* de comprimento (LSB primeiro).

**LDADDR** - *Link destination address*: endereço da estação a que se destina esta mensagem. Com dois *bytes* de comprimento (LSB primeiro).

**ASADDR** - *Application source address*: endereço da estação cuja aplicação enviou esta mensagem. Com dois *bytes* de comprimento (LSB primeiro).

**ADADDR** - *Application destination address*: endereço da estação a cuja aplicação é dirigida esta mensagem. Com dois *bytes* de comprimento (LSB primeiro).

**Dados do utilizador** - Inclui a informação que se pretende transmitir, a qual é descrita nas secções 5 e 6 deste documento.

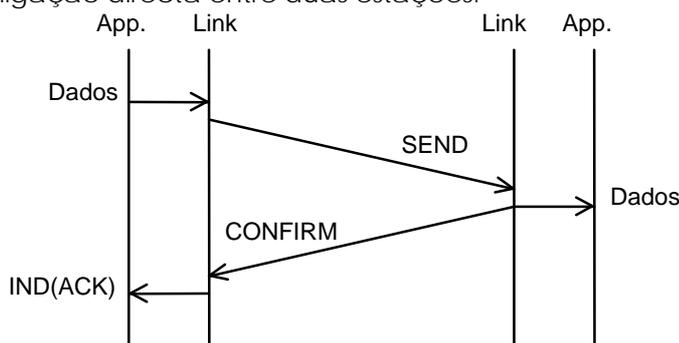
**Checksum** - Soma dos *bytes* do utilizador (inclui *byte* de controlo, endereços e dados do utilizador).

### 3 CONTROLO DE FLUXO

Qualquer mensagem enviada por uma estação (CC ou UR) deve ter como resposta uma mensagem de ACK de comprimento fixo. O *byte* de controlo é 00h. Esta mensagem sinalizará à estação emissora que recebeu e compreendeu a mensagem. As mensagens só serão aceites se o formato da mensagem estiver de acordo com o formato descrito na secção anterior.

Para mensagens que sejam numeradas, o número de sequência da mensagem (FCB) deverá ser complementar para mensagens consecutivas, sendo inicializado a 1 com a mensagem de *reset* de comunicações. Uma mensagem que seja recebida com o número de sequência igual ao da mensagem anterior deve ter como resposta um ACK, apesar de não vir a ser processada pela estação receptora.

A figura seguinte ilustra a ligação directa entre duas estações:



### 3.1 Ligação directa

#### 3.1.1 Inicialização do Centro de Comando

Após o arranque do CC, este deverá inicializar as comunicações com todas as unidades remotas do sistema. A inicialização deve ser feita do seguinte modo:

Sentido	Mensagem	FCB
CC → UR	Mensagem de <i>Reset</i> Comunicações. Tem como função inicializar as comunicações neste sentido (inicializa a <i>flag</i> FCB do <i>byte</i> de controlo). Na mensagem seguinte FCB é forçado a 1	X
UR → CC	ACK	
CC → UR	Mensagem de inicialização (7Fh), a qual tem como função informar a UR que o CC arrancou, enviar um sincronismo e pedir o Controlo Geral Identificado	1
UR → CC	ACK	

A partir daqui, a UR deverá ficar inicializada. A sua resposta a uma inicialização deve ser a seguinte:

Sentido	Mensagem	FCB
UR → CC	Mensagem de <i>Reset</i> Comunicações. Tem como função inicializar as comunicações neste sentido (inicializa a <i>flag</i> FCB do <i>byte</i> de controlo). Na mensagem seguinte FCB é forçado a 1	X
CC → UR	ACK	

A partir deste instante a UR está pronta a enviar informação que possa ter armazenada, seguida da informação referente ao Pedido de Controlo Geral Identificado. O Controlo Geral Identificado resume-se ao envio do estado actual de todas as entidades definidas na UR, as quais são enviadas sem datação (*Time-tag*), e ao envio do evento de Fim de Controlo Geral Identificado, que é obrigatoriamente, o último evento gerado e enviado no Controlo Geral. No processo de inicialização da UR, a informação do objecto do evento de Fim de Controlo Geral (4Ah) deverá ser igual ao sincronismo da mensagem de inicialização (7Fh) que lhe deu origem.

#### 3.1.2 Inicialização das Unidades Remotas

Após o arranque de qualquer UR, esta deverá inicializar espontaneamente as comunicações com o CC. A inicialização deve ser feita do seguinte modo:

Sentido	Mensagem	FCB
UR → CC	Mensagem de <i>Reset</i> Comunicações. Tem como função inicializar as comunicações neste sentido (inicializa a <i>flag</i> FCB do <i>byte</i> de controlo). Na mensagem seguinte FCB é forçado a 1	X
CC → UR	ACK	
UR → CC	Mensagem de <i>Power up</i> , que tem como função informar o CC que a UR arrancou	1
CC → UR	ACK	

A partir daqui, o CC fica informado de que a UR está operacional. A sua resposta à mensagem de *Power up* é igual a uma inicialização do CC, já descrita anteriormente.

### 3.1.3 Envio de dados da UR

Quando a UR necessitar de enviar dados, deverá fazê-lo da seguinte forma:

Sentido	Mensagem	FCB
UR → CC	Mensagem de dados	+1
CC → UR	ACK	

O valor do FCB deverá ser 1 ou 0, sendo obtido somando o FCB da mensagem imediatamente anterior (neste sentido) com 1. No caso da mensagem anterior ter sido um *reset* de comunicações, o FCB da primeira mensagem de dados será sempre 1.

### 3.1.4 Envio de dados do CC

O envio de dados por parte do CC é semelhante ao já descrito para as UR.

Sentido	Mensagem	FCB
CC → UR	Mensagem de dados	+1
UR → CC	ACK	

O valor do FCB deverá ser 1 ou 0, sendo obtido somando o FCB da mensagem imediatamente anterior (neste sentido) com 1. No caso da mensagem anterior ter sido um *reset* de comunicações o FCB da primeira mensagem de dados será sempre 1.

### 3.1.5 Falha de comunicações

No caso de uma estação emissora não ter recebido um ACK a uma mensagem enviada, esta deverá repetir a mensagem algum tempo depois (*Timeout Link*). O processo repete-se até o número de tentativas definido ter sido atingido. Ao ser atingido o número de tentativas (N), a estação emissora considera que existe uma quebra de comunicações e entra num mecanismo de *reset* de comunicações. Esta mensagem deverá ser retransmitida até que a respectiva confirmação da mensagem (ACK) seja recebida. O processo de retransmissões é semelhante ao já descrito, i.e., a seguir a cada envio segue-se um período de espera (*Timeout Link*) ao fim do qual se segue nova tentativa. Do lado da UR, o tempo de espera entre grupos de tentativas é alargado segundo a seguinte fórmula:

$$T_E = 2^n \times T_L$$

em que,

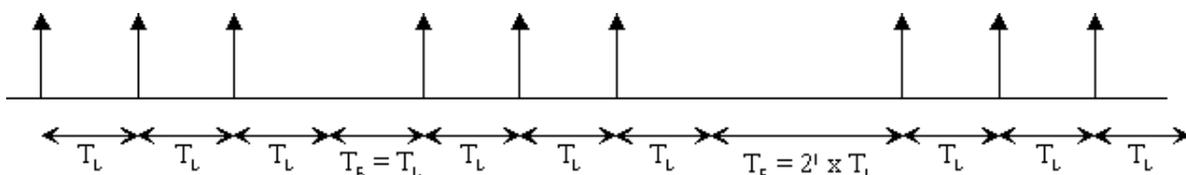
**n** - número de vezes que o grupo de mensagens foi repetido, começando pelo valor 0;

**T<sub>E</sub>** - Tempo de Espera;

**T<sub>L</sub>** - *Timeout Link*.

Este processo tem de respeitar o mecanismo de acesso ao meio.

Exemplo da aplicação dos tempos, quando há 3 tentativas:



Uma vez reposta a comunicação (recepção de um ACK), a estação emissora retoma a sequência normal de comunicação enviando a informação entretanto armazenada.

Os eventos que foram alvo de tentativa de transmissão antes do processo de *reset* de comunicações, após o estabelecimento do *link* de comunicações devem ser transmitidos concatenados com os novos eventos que entretanto tenham ocorrido.

### 3.1.6 Perda de Informação

Este problema coloca-se somente nas UR quando a quantidade de informação detectada é superior à sua capacidade de armazenamento. Esta situação poderá acontecer fundamentalmente por uma razão: a cadência de informação detectada é superior à sua capacidade de envio para o CC. Neste caso, quando a UR esgota a sua capacidade de armazenamento, o primeiro evento que não possa ser guardado gera uma sinalização de Perda de Informação. O CC ao receber esta informação, deverá pedir um Controlo Geral a fim de refrescar o estado de todas as entidades da UR.

Sentido	Mensagem	FCB
UR → CC	Mensagem de dados que inclui Perda de Informação (40h)	+1
CC → UR	ACK	
CC → UR	Dependendo do sistema: Mensagem de Pedido de Controlo Geral Identificado (49h) Ou Mensagem de Pedido de Controlo Geral (20h)	+1
UR → CC	ACK	

A partir daqui, a UR deverá responder ao Pedido de Controlo Geral, de acordo com o tipo de pedido (49h ou 20h).

**Nota:** *se o comprimento da trama permitir, o evento de Perda de Informação deve ser enviado concatenado com os outros eventos do "buffer".*

### 3.1.7 Inibição Efectiva da UR

Após a recepção de uma mensagem de Inibição Efectiva, a UR deve suspender o envio de mensagens de comprimento variável para o CC. Os eventos já existentes ou que tenham ocorrido após a inibição devem ser armazenados para que, após activação da UR (inicialização da UR por iniciativa do CC), sejam enviados para o CC.

Sentido	Mensagem	FCB
CC → UR	Mensagem Inibição Efectiva da UR (7Eh)	+1
UR → CC	ACK	

## 4 TIPOS DE MENSAGENS

O tipo da mensagem é indicado pelo campo *Function Code* (FC) do *byte* de controlo. O seu significado depende do facto de ser a estação primária ou secundária a enviar a mensagem o que é indicado pelo *bit* PRM do *byte* de controlo.

### 4.1 Estação Primária (PRM = 1)

FC	FCV	Direcção	Descrição	Tipo
0	0	CC<->UR	<i>Reset</i> Comunicações	<i>Send/Confirm</i>
3	1	CC<->UR	<i>User Data</i>	<i>Send/Confirm</i>
6	1	CC<->UR	<i>Link Data Message</i>	<i>Send/Confirm</i>

#### 4.2 Estação Secundária (PRM = 0)

FC	Descrição	Tipo
0	ACK	Confirm

### 5 ESTRUTURA DE DADOS DO UTILIZADOR

Nas tramas de comprimento variável os dados de utilizador possuem o seguinte formato:

APCI
<i>Type Identification 1</i>
...
Nº Objectos
Causa de transmissão
Endereço Objecto 1
Informação Objecto 1
<i>Time-tag</i> Objecto 1
Endereço Objecto 2
Informação Objecto 2
<i>Time-tag</i> Objecto 2
<i>Type Identification 2</i>
....
Código de Protecção

 - Opcional

Diferentes objectos podem ser agrupados desde que possuam o mesmo *Type Identification* (T ID) e a mesma Causa de transmissão. Cada trama pode conter vários grupos de informação, agrupados por tipos e causas de transmissão, desde que, o *Function Code* seja o mesmo.

Os *Type Identification* podem ser repetidos na mesma trama.

Os campos indicados na figura como opcionais dependem do *Type Identification*. Na secção 6 deste documento são indicados, para cada tipo de informação, os campos que lhe estão associados.

**APCI** - Reservado. O seu valor deve ser C0h, indicando que cada trama é a primeira e a última da mensagem.

***Type Identification*** - Indica o tipo dos objectos que se seguem.

**Nº Objectos** - Indica o número de objectos de informação do tipo definido.

**Causa de transmissão** - Indica o motivo pelo qual a informação é enviada. A causa de transmissão é comum a todos os objectos indicados, os quais serão especificados através do respectivo endereço lógico:

- 0 = Reserva;
- 1 = Espontânea por alteração de estado (está incluída a sinalização dupla no estado inválido);
- 2 = Espontânea por alteração do estado de validade de *hardware* das cartas electrónicas (associada apenas ao estado do *bit* de invalidade de *hardware* de cada objecto);
- 3 = Periódica (temporização definida na UR);
- 4 = Pedido (não usada);
- 5 = Controlo geral;
- 6 = Nível de alarme (para transmissão de medidas por nível de alarme definido na UR).

**Endereço Objecto** - Indica o endereço lógico de cada um dos objectos.

**Informação Objecto** - Informação útil que se pretende transmitir relativa ao objecto em causa. O formato desta informação é descrito na secção 6 deste documento.

**Time-tag (Ttag)** - Contém a datação do objecto. O valor é em ms e corresponde à soma do valor recebido na sincronização com o número de ms decorridos entre a sincronização e o momento do acontecimento.

b7	b0
b15	b8
b23	b16
b31	b24
b39	b32

**Código de protecção** - 2 bytes com código de protecção para dados do utilizador, deve incluir toda a informação desde o byte de controlo inclusive. Trata-se de um CRC16 com o polinómio  $x^{16}+x^{15}+x^2+1$  (inicialização a 0).

### 5.1 Mensagens com Código de Função (FC) = 3

Type ID	Descrição	Sentido
20h	Pedido de Controlo Geral	CC->UR
30h	Comandos Digitais	CC->UR
31h	Comandos Analógicos	CC->UR
33h	Envio de Sinalizações Digitais c/ Ttag	UR->CC
34h	Envio de Contadores c/ Ttag	UR->CC
35h	Envio de Medidas c/ Ttag	UR->CC
36h	Envio de Sinalizações Digitais s/ Ttag	UR->CC
37h	Envio de Contadores s/ Ttag	UR->CC
38h	Envio de Medidas s/ Ttag	UR->CC
40h	Perda de Informação	UR->CC
48h	<i>Power up</i>	UR->CC
49h	Pedido de Controlo Geral Identificado	CC->UR
4Ah	Fim de Controlo Geral Identificado	UR->CC

### 5.2 Mensagens com Código de Função (FC) = 6

Type ID	Descrição	Direcção
00h	Sincronismo imediato	CC->UR
7Fh	Inicialização	CC->UR
7Eh	Inibição Efectiva da UR	CC->UR

## 6 CONTEÚDO DAS MENSAGENS

O conteúdo das mensagens a seguir descrito é referente aos dados do utilizador, os quais são opcionais. Nas mensagens com dados do utilizador, os campos *APCI* e *Type Identification*, não sendo opcionais, aparecem em todas as mensagens.

### 6.1 Com Código de Função (FC) = 0, *Reset* Comunicações

Esta mensagem não possui dados do utilizador, razão pela qual é composta por unicamente 15 bytes (17 se for usado CRC). O FCB não é válido nesta mensagem.

## 6.2 Com Código de Função (FC) = 3

### T ID = 20h => Pedido de Controlo Geral

**Utilização:** só é usado pelo CC. Existe por razões de compatibilidade com sistemas que não possuem o Pedido de Controlo Geral Identificado (49h). É enviado a pedido do operador ou como resposta a uma mensagem de perda de informação recebida de uma UR. A resposta é um ACK seguido do envio de um Controlo Geral (não identificado) por parte da UR.

Nº Objectos - Não usado

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto - Não usado

Informação Objecto - Não usado

*Time-tag* Objecto - Não usado

### T ID = 30h => Envio de Comandos Digitais

**Utilização:** só é usado pelo CC. Comandos de órgão. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de comandos digitais

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto

Endereço Lógico

Informação Objecto

Novo estado

b0 = 0 => Comando *OFF*

b0 = 1 => Comando *ON*

*Time-tag* Objecto - Não usado

### T ID = 31h => Envio de Comandos Analógicos

**Utilização:** só é usado pelo CC. Comandos de *set-point*. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de comandos analógicos

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto

Endereço  
Lógico

Informação do Objecto

Novo  
Estado

*Time-tag* Objecto - Não usado

**T ID = 33h => Envio Sinalizações Digitais c/ Ttag**

**Utilização:** envio de digitais pela UR. É sempre esta a mensagem usada excepto na inicialização e no controlo geral. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de sinalizações digitais

Causa de transmissão - Sim

Endereço Objecto

Endereço Lógico
--------------------

Informação Objecto

Estado
--------

Estado - b0..b3 = 1 => *OV*

b7 = 1 => Entrada inválida

*Time-tag* Objecto - Sim

**T ID = 34h => Envio de Contadores c/ Ttag**

**Utilização:** envio de contadores pela UR. É sempre esta a mensagem usada excepto na inicialização e no controlo geral. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de contadores

Causa de transmissão - Sim

Endereço Objecto

Endereço Lógico
--------------------

Informação Objecto

b7							b0
b15							b8
b23							b16
b31							b24
IV	CA	CY	Res	Res	Res	Res	Res

b0..b31 - Valor do Contador

IV = 1 => Contador inválido

CA = 1 => Contagem alterada desde a última leitura

CY = 1 => Ocorreu *overflow* desde a última leitura

*Time-tag* Objecto - Sim

**T ID = 35h => Envio de Medidas c/ Ttag**

**Utilização:** envio de medidas pela UR. É sempre esta a mensagem usada excepto na inicialização e no controlo geral. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de medidas

Causa de transmissão - Sim

Endereço Objecto

Endereço Lógico
--------------------

Informação Objecto

b7							b0
S	b14						b8
IV	Res	Res	Res	Res	Res	Res	OV

b0..b14 - Valor da medida

S = 1 => Valor negativo

IV = 1 => Medida inválida

OV = 1 => *Overflow* da medida

*Time-tag* Objecto - Sim

**T ID = 36h => Envio de Sinalizações Digitais s/ Ttag**

**Utilização:** envio de digitais pela UR. Esta mensagem só é usada na inicialização e no controlo geral. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de sinalizações digitais

Causa de transmissão - Sim

Endereço Objecto

Endereço Lógico
--------------------

Informação Objecto

Estado
--------

Estado - b0..b3 = 1 => ON

b7 = 1 => Entrada inválida

*Time-tag* Objecto - Não usado

**T ID = 37h => Envio de Contadores s/ Ttag**

**Utilização:** envio de contadores pela UR. Esta mensagem só é usada na inicialização e no controlo geral. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de contadores

Causa de transmissão - Sim

Endereço Objecto

Endereço Lógico
--------------------

Informação Objecto

b7							b0
b15							b8
b23							b16
b31							b24
IV	CA	CY	Res	Res	Res	Res	Res

b0..b31 - Valor do Contador

IV = 1 => Contador inválido

CA = 1 => Contagem alterada desde a última leitura

CY = 1 => Ocorreu *overflow* desde a última leitura

*Time-tag* Objecto - Não usado

**T ID = 38h => Envio de Medidas s/ Ttag**

**Utilização:** envio de medidas pela UR. Esta mensagem só é usada na inicialização e no controlo geral. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de medidas

Causa de transmissão - Sim

Endereço Objecto

Endereço Lógico
--------------------

Informação Objecto

b7							b0
S	b14						b8
IV	Res	Res	Res	Res	Res	Res	OV

b0..b14 - Valor da medida

S = 1 => Valor negativo

IV = 1 => Medida inválida

OV = 1 => *Overflow* da medida

*Time-tag* Objecto - Não usado

**T ID = 40h => Perda de Informação**

**Utilização:** usada pela UR. É enviada quando a UR teve de eliminar acontecimentos do *buffer* de informação a transmitir ao CC. Como resposta imediata, o CC deve enviar um ACK e depois pedir um CG.

Nº Objectos - Não usado

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto - Não usado

Informação Objecto - Não usado

*Time-tag* Objecto - Não usado

**T ID = 48h => Power up**

**Utilização:** enviada apenas pela UR, depois de um arranque. A resposta imediata é um ACK. Ver sequências de inicialização da UR.

Nº Objectos - Não usado

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto - Não usado

Informação Objecto - Não usado

*Time-tag* Objecto - Não usado

**T ID = 49h => Pedido de Controlo Geral Identificado**

**Utilização:** só é usado pelo CC. É enviado a pedido do operador ou como resposta a uma mensagem de perda de informação recebida de uma UR. A resposta é um ACK seguido do envio de um controlo geral identificado por parte da UR.

Nº Objectos - Não usado

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto - Não usado

Informação Objecto

b7	b0
b15	b8
b23	b16
b31	b24
b39	b32

b0..b39 - Tempo em ms (por razões de coerência, o CC envia o tempo da mesma forma que para a mensagem de sincronização). Esta mensagem não pode ser utilizada para efeitos de sincronismo porque a mensagem não é recalculada no *driver* do CC com o instante anterior à saída, não representando portanto uma referência temporal precisa. Esta mensagem só é aplicável para efeitos de reconhecimento do fim de Controlo Geral Identificado

*Time-tag* Objecto - Não usado

**T ID = 4Ah => Fim de Controlo Geral Identificado**

**Utilização:** este é o evento gerado na UR que sinaliza o fim do Controlo Geral Identificado (em termos práticos, é o último evento de um Controlo Geral Identificado)

Nº Objectos - Não usado

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto - Não usado

Informação Objecto

b7	b0
b15	b8
b23	b16
b31	b24
b39	b32

b0..b39 - Tempo em ms (este tempo deve ser igual ao do Pedido de Controlo Geral Identificado (49h) ou ao da mensagem de inicialização (7Fh), de acordo com a mensagem que lhe deu origem)

*Time-tag* Objecto - Não usado

### 6.3 Conteúdo das mensagens com Código de Função (FC)=6

**T ID = 00h => Sincronismo Imediato**

**Utilização:** usada pelo CC periodicamente. É respondida com um ACK.

Nº Objectos - Não usado

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto - Não usado

Informação Objecto

b7	b0
b15	b8
b23	b16
b31	b24
b39	b32

b0..b39 - Tempo em ms

*Time-tag* Objecto - Não usado

**T ID = 7Fh => Inicialização**

**Utilização:** usada pelo CC depois de um *Power up* ou de um pedido do operador. Inclui dados de sincronismo e é também interpretada pela UR como uma informação de *Power up* e um Pedido de Controlo Geral Identificado. Deve ser respondida imediatamente com um ACK seguindo-se depois as mensagens de inicialização da UR (ver processo de inicialização do CC e da UR).

Nº Objectos - Não usado

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto - Não usado

Informação Objecto

b7	b0
b15	b8
b23	b16
b31	b24
b39	b32

b0..b39 - Tempo em ms

*Time-tag* Objecto - Não usado

## ANEXO A

## GESTÃO DO ACESSO AO MEIO

**Comunicação via rádio**  
**(Half-duplex, com duas frequências: Tx e Rx)**

A comunicação via rádio utiliza dois sinais: sinal *Squelch* (entrada) e sinal PTT (saída). O primeiro é controlado pelo rádio e informa a UR do estado do canal de comunicações (ocupado ou livre). O segundo deve ser controlado pela UR (ou pelo *modem* após o RTS da UR) e deverá provocar a emissão da portadora por parte do rádio.

Estes dois sinais deveriam ser suficientes para que num sistema multiponto não existissem colisões. No entanto, verifica-se que a actuação do sinal de PTT só se faz sentir nos sinais de *Squelch* das outras unidades algum tempo depois (o qual varia com o tipo de rádio, existência ou não de repetidores, ...). Este facto provoca a existência de colisões, especialmente quando o número de unidades é elevado. A existência de colisões, só por si, não é grave, mas tem o inconveniente esperado de tornar o sistema extremamente lento, podendo mesmo torná-lo totalmente inoperacional.

A UR deve possuir um mecanismo que, se não evita as colisões, pelo menos, funciona com elas. O objectivo deste algoritmo é possibilitar que, na ocorrência de colisões, o sistema distribua, no tempo, as mensagens a enviar, diminuindo assim a probabilidade de existirem colisões. Para cumprir este objectivo o algoritmo recorre a alguns artificios, seguidamente descritos.

- Cada mensagem tem um escalão de prioridade (*priority slot*) de acordo com o seu tipo e estação que a emite. Como escalão de prioridade, entende-se o tempo que decorre desde que uma estação, ao detectar canal livre, decide enviar uma mensagem até que, realmente, inicia a sua transmissão. Será boa política num sistema multiponto, atribuir a prioridade mais elevada do sistema a todas as mensagens do CC, seguidas das mensagens de *acknowledge* das Unidades Remotas e, por último, das mensagens de dados das Unidades Remotas.
- Com a admissível excepção do Centro de Comando, qualquer uma das outras estações é, à partida, tão boa como qualquer outra. Significa isto que não será necessário penalizar especificamente qualquer estação atribuindo-lhe *slots* prioritários inferiores. Aquando da emissão de mensagens de dados por parte das UR existe uma grande probabilidade de colisão de mensagens no caso de haver mais do que uma Unidade a tentar fazê-lo. A fim de diminuir essa probabilidade, estas mensagens além de esperarem pelo seu *slot* de prioridade esperam ainda um tempo que, dentro de certos limites, é aleatório. Deste modo, o algoritmo tenta que as UR que simultaneamente decidam transmitir mensagens de dados, o possam fazer, distribuindo-se ao longo de determinado tempo, minimizando deste modo a probabilidade de existirem colisões.
- Calcular e adaptar-se ao tráfego existente no canal, permitindo aumentar e diminuir o tamanho da janela da qual são extraídos os valores aleatórios referidos no parágrafo anterior. O valor base da janela, o qual é usado no caso de não ser detectado qualquer tráfego, é definido na configuração pelo parâmetro  $W_b$  (janela base para extracção de valores aleatórios). O valor máximo desta janela é igual a 16 vezes o valor mínimo. A janela é ajustada com periodicidade definida pelo parâmetro  $W_a$ . O canal é considerado ocupado durante o período  $W_a$  se, durante este tempo, qualquer dos sinais PTT ou SQU esteve activo. A ocorrência de dois períodos consecutivos com canal ocupado provoca o aumento para o dobro da janela actual, permitindo, deste modo, que eventuais mensagens se distribuam por um tempo maior. Pelo contrário, a ocorrência de dois períodos  $W_a$  consecutivos com canal não ocupado, provoca a redução da janela actual para metade.

Para que este algoritmo funcione, terão que se respeitar as seguintes regras:

1. Uma estação que transmita uma mensagem para outra estação não deverá enviar mais qualquer mensagem espontânea (excluem-se ACK) enquanto não receber o respectivo *acknowledge* ou enquanto não tiver passado o tempo correspondente ao *Timeout link*.
2. Uma estação só deve enviar mensagens com o canal desocupado e somente depois de ter decorrido o tempo correspondente ao seu *slot* de prioridade. A detecção de canal ocupado durante o período de espera pelo *slot* respectivo deve abortar o envio nesse momento e reiniciar o processo, aguardando-se de novo que o canal fique desocupado e que o respectivo *slot* seja atingido.
3. Existem dois tipos de mensagens: as prioritárias e as não prioritárias. As prioritárias são mensagens de *acknowledgement* de *link*, Ack de comprimento fixo. Estas são enviadas no *slot* de prioridade definido pelo parâmetro *PrioSlot2* ( $t_2$ ). As mensagens não prioritárias, geradas espontaneamente por eventos, são transmitidas num *slot* encontrado somando o *PrioSlot1* a um número de *slots* obtido de forma aleatória ( $t_4$ ).

Exemplo:



$t_1$  - instante em que o canal fica livre;

$t_2$  - mensagens prioritárias =  $t_1 + \text{PrioSlot2} * T_0$ ;

$t_4$  - mensagens não prioritárias espontâneas =  $t_1 + (\text{PrioSlot1} + \text{Rand}(\text{Wb})) * T_0$ .

**Nota:** o instante  $t_3$  não está representado na figura porque está associado a um outro parâmetro (*PrioSlot3*) relativo às unidades repetidoras, não utilizadas nesta versão.

Os parâmetros relacionados com a comunicação rádio são fundamentalmente os seguintes:

$T_0$  -> Intervalo de tempo entre a activação do PTT numa UR ou CC e a detecção de *Squelch* em todas as restantes. Este tempo define a duração de um *slot*. Os parâmetros  $W_a$ , *PrioSlot1* e *PrioSlot2* baseiam-se em unidades de tempo  $T_0$ .

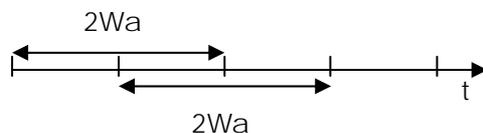
$W_a$  -> Período de amostragem para verificação da ocupação do canal.

$W_b$  -> Valor base da janela para cálculo aleatório de *slots* de transmissão. Este parâmetro deve ter valores de acordo com a tabela seguinte:

$W_b$	Valor Base da Janela	Janela máxima
1	2 (valores aleatórios entre 0 e 1)	32
3	4 (valores aleatórios entre 0 e 3)	64
7	8 (valores aleatórios entre 0 e 7)	128
15	16 (valores aleatórios entre 0 e 15)	256

O valor definido pelo  $W_b$  é o tamanho base da janela de onde são extraídos os valores aleatórios para atribuição dos *slots* de transmissão de mensagens não prioritárias. Esta janela é ajustada em tempo real de acordo com a ocupação do canal verificada nos períodos  $W_a$ . Se, por exemplo,  $W_b = 7$ , significa que na situação de canal sem ocupação, os valores aleatórios possíveis são 8 (0 a 7). Com a ocupação do canal, a janela base vai sendo multiplicada por 2 de modo a duplicar o número de valores possíveis. Neste exemplo, se houver ocupação do canal, o número máximo de valores da janela é de 128, da qual será extraído um número aleatório.

**Nota:** no exemplo da figura seguinte, em que existem três períodos consecutivos de  $W_a$  com actividade no canal, o intervalo da janela é ajustado duas vezes.



Este algoritmo de gestão de colisões, se for utilizado, baseia-se na detecção de ocupação do canal através do sinal de *Squelch* ou de DCD, conforme configuração específica.

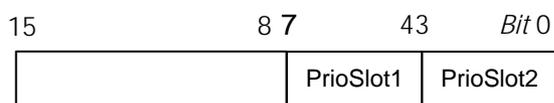
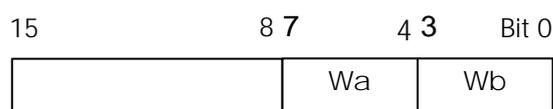
Deve existir uma temporização de protecção de *Squelch* ou de DCD, para que sempre que o sinal de *Squelch* ou de DCD esteja constantemente activo durante um período de tempo superior a essa temporização, a UR transmita os dados, ignorando o sinal de *Squelch* ou de DCD e o algoritmo de gestão de acesso ao meio.

No entanto, as mensagens de comprimento fixo (ACK) não podem ser transmitidas por *Timeout* de SQ ou de DCD. Se existir um ACK para transmitir e o canal estiver ocupado, no fim da temporização de protecção de *Squelch* ou de DCD, o ACK deve ser simplesmente eliminado.

Qualquer transmissão de mensagens de comprimento variável ou qualquer eliminação de ACK por *Timeout* de SQ ou de DCD deve provocar a activação de uma sinalização digital interna (novo evento), com endereço lógico configurável, de forma a indicar ao CC que, quando a UR necessitou de transmitir, o canal esteve permanentemente ocupado. Esta sinalização deve ser desactivada (gerando novo evento) quando a UR enviar novamente uma mensagem, de qualquer tipo, sem transmissão por *Timeout* de SQ ou de DCD.

Deve ser possível seleccionar se a gestão do acesso ao meio é efectuada com base no sinal de SQ ou no sinal de DCD.

As variáveis  $W_a$ ,  $W_b$ , PrioSlot1 e PrioSlot2, relativamente ao Centro de Comando, são transmitidas como comandos analógicos e recebidas como medidas, sendo concatenadas da seguinte forma:



Do valor da medida só é usado o *byte* menos significativo.

## ANEXO B

### CONSIDERAÇÕES GERAIS

#### B1. Tempo de espera para concatenação de eventos na mesma mensagem

Quando ocorre um evento (sinalização ou medida), a UR deve reportá-lo para o CC. No entanto, antes de o fazer, a UR deve esperar uma temporização durante a qual verifica e regista todos os eventos que ocorrem para que a mensagem a enviar seja obtida através da concatenação desses mesmos eventos. Desta forma, aumenta-se a eficiência do protocolo.

#### B2. Descrição da teleparametrização das variáveis de comunicação

A teleparametrização das variáveis de comunicação deve ser efectuada da seguinte forma:

- os parâmetros são enviados para a UR através de telecomandos analógicos e são reportados para o CC como medidas;
- do ponto de vista funcional, só após a validação dos parâmetros através do envio do telecomando digital destinado para este efeito (endereço lógico configurável) é que os novos parâmetros são efectivamente utilizados. Se não for enviado o telecomando específico para esta validação, os parâmetros não terão efeito. No caso de não se alterar qualquer parâmetro e se executar a validação, os parâmetros anteriores devem ser mantidos.

As variáveis em causa são as seguintes: T0, TL, Prioslot1, Prioslot2, Wa e Wb.

#### B3. *Reset* da UR

Deverá existir um telecomando digital (endereço lógico configurável), cuja função exclusiva é efectuar um *Reset* à UR.

#### B4. Endereços lógicos

Não é obrigatório que os endereços lógicos se iniciem em 0 (zero). No entanto, se a definição da entidade for efectuada com base no teste de endereço lógico = 0 (zero), deve-se garantir que a informação prestada ao operador pelo *software* de parametrização da UR não induz em erro, ou seja, o Endereço Lógico 0 (zero) não deve ser visualizado e deverá existir uma indicação clara de entidade (sinalização, comando ou medida) não definida na BD.

ANEXO C  
 TABELA DE VARIÁVEIS

Descrição	Gama		Unidades	Parametrizável		Observações
	Valor (decimal)	Bits		CC	UR	
Endereço da UR	0 a 65535	16	----	----	X	
Endereço do CC	0 a 65535	16	----	----	X	
Nº de tentativas (N)	1 a 255	8	----	----	X	
Tamanho máximo das mensagens	64 a 255	8	Bytes	----	X	Deve ser configurado, no máximo, com 230 bytes
Tempo de espera para concatenação de mensagens	0 a 255	8	0,1 s	----	X	Esta opção deve permitir ser desactivada (a concatenação não é executada). Por ex., se 0
T <sub>E</sub> - Tempo de Espera	0 a 65535	16	0,1 s	----	----	Calculado na UR em função da fórmula respectiva. Quando o valor máximo é atingido, mantém-se até se obter comunicação
Temporização de protecção de <i>Squelch</i> ou de DCD	1 a 254	8	0,1 s	----	X	Esta opção deve permitir ser desactivada (temporização infinita)
PrioSlot1	0 a 15	4	----	X	X	Estes valores devem poder ser configuráveis de forma independente
PrioSlot2	0 a 15	4	----	X	X	
W <sub>a</sub>	0 a 15	4	Unidades de T <sub>0</sub>	X	X	
W <sub>b</sub>	0 a 15	4	----	X	X	Os valores configuráveis devem ser apenas 1, 3, 7 e 15
T <sub>0</sub> - Duração do slot	0 a 255	8	0,1 s	X	X	
TL - <i>Timeout Link</i>	0 a 65535	16	0,1 s	X	X	

**Nota:** as variáveis relativas aos automatismos são descritas nos seus documentos específicos

Adicionalmente, deverá ser possível proceder às seguintes parametrizações:

- escolha de *Squelch* activo no estado alto ou baixo;
- activar e desactivar a utilização do CRC16;
- outras necessárias e/ou relevantes.