

# General Cable CELCAT reduz a pegada de carbono dos cabos U/UTP 6 Eca e Dca olhando para o futuro

Jorge Miguel Duarte, MMS R&D South Europe & LV Technical Commercial, General Cable CelCat, Energia e Telecomunicações  
 José Re, R&D Manager, Prysmian Group

Como parte da melhoria contínua dos seus produtos e, em particular, com o objetivo de reduzir a sua pegada de carbono, a General Cable CELCAT disponibiliza os seus novos cabos U/UTP 6, mais compactos e flexíveis e que continuam a cumprir os mesmos requisitos normativos a nível de transmissão, desempenho mecânico e ambiental, com as classificações Eca e Dca do regulamento CPR.



O árduo trabalho das equipas de Investigação e Desenvolvimento, num novo separador central mais fino, permitindo melhorar em 7% a massa de carbono dos nossos cabos U/UTP 6, o que representa para todos nós um esforço significativo. Estes cabos novos, mais compactos facilitarão a instalação e o desenrolamento em caixas. Menos pesado, menos volumoso, com uma concentração mais densa (7%) do produto, permitindo também uma economia em termos de instalação.

## MENOR PEGADA ECOLÓGICA = MELHOR PERFORMANCE

Ao longo dos últimos anos tem havido uma maior necessidade de reduzir a pegada ecológica nos produtos, assim como reduzir o espaço ocupado pelos mesmos. Para tal, foi iniciado o projeto de redesenho do nosso U/UTP6 atacando estas duas frentes.

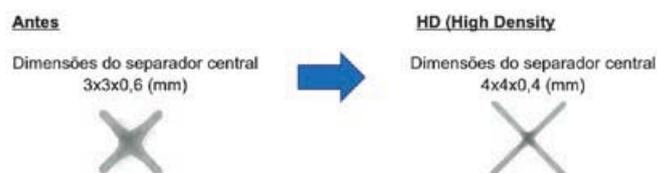
O local mais direto para atacar o diâmetro de um cabo com separador central é, grande parte das vezes, a redução deste separador. Como tal, foi realizado investimento ao nível de novas ferramentas e melhoria de processo. Garantindo um separador central, mais fino, porém mais robusto pelo aumento do tamanho das palhetas.

Se olharmos para o básico de um circuito elétrico temos:

$$Z = R + j \left( \frac{1}{2\pi f C} \right)$$

Equação 1. Impedância complexa de um condensador.

Ao diminuirmos a espessura das palhetas estamos a aproximar os condutores. Esta aproximação resulta num maior valor de capacidade.



Pela "Equação 1", quanto maior for a nossa capacidade menor será a nossa impedância. Tendo de ter atenção de que a impedância tem que ter, idealmente, um valor centrado nos 100 Ω (cabo classe E, de acordo com ISO 11801 ed.2) com um intervalo de ±15Ω.

### 7.2 Balanced cabling

#### 7.2.1 General

Balanced components referenced in Clauses 9 and 10 are defined in terms of impedance and category. In the reference implementations of this clause, the components used in each cabling channel shall have the same nominal impedance, i.e. 100 Ω for Classes D to F and 100 Ω or 120 Ω for Class A to Class C.

Figura 1. Implementação de cabos balanceados pela ISO 11801 ed.2.

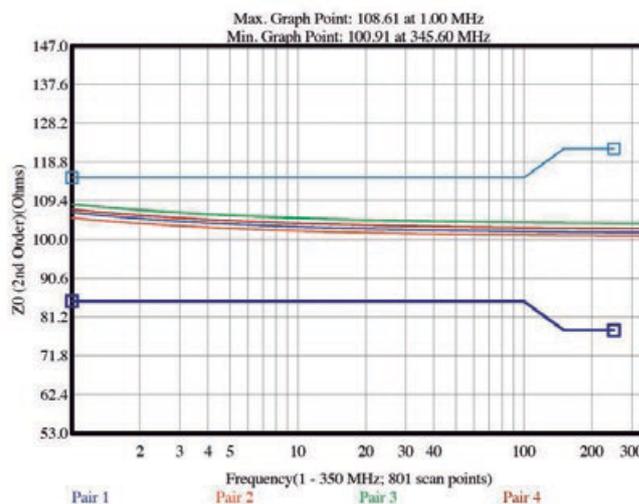


Figura 2. Exemplo de um gráfico da impedância característica.



Figura 3. Template da impedância – IEC 61156-5.

Outro efeito é o de a impedância “arrastar” com ela a curva das perdas por retorno.

Assim sendo, com esta pequena alteração, deixamos de ter um cabo balanceado. Ora vejamos as conclusões das imagens abaixo:

- **Figura 4** – temos uma impedância média mais alta e vemos a afetação nas perdas por retorno. Esta afetação será tanto mais alta quanto menor for a frequência;
- **Figura 5** – temos uma impedância mais centrada. Obtemos umas perdas por retorno com maior margem.

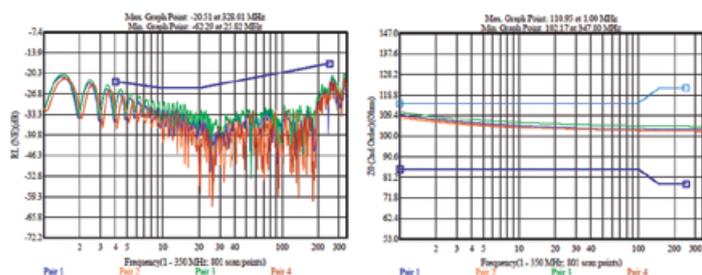


Figura 4. Exemplo de impedância característica alta – Relação com RL (perdas por retorno).

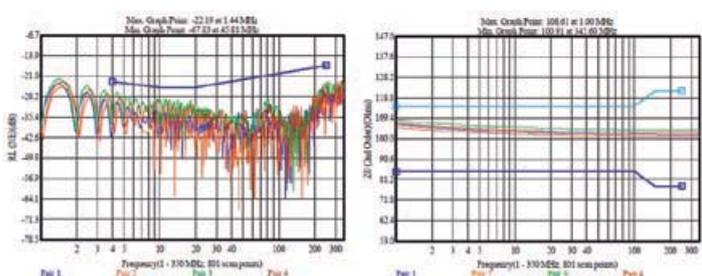


Figura 5. Exemplo de impedância característica mais centrada – Relação com RL (perdas por retorno).

O que por si seria um benefício, porém passamos a ter uma influência maior no NEXT devido à menor quantidade de material entre os condutores.

Com isto, entramos no redimensionamento dos condutores. Passando de um diâmetro de 23 AWG para 24 AWG, permitindo assim usar uma menor quantidade de matéria prima ao mesmo tempo que se acerta o valor da capacidade no cabo.

Tendo a máxima atenção neste campo, uma vez que a baixas frequências, quanto menos cobre tivermos menos margem irá existir especialmente nas perdas por retorno. Por outro lado, para altas

“  
Ao longo dos últimos anos tem havido uma maior necessidade de reduzir a pegada ecológica nos produtos, assim como reduzir o espaço ocupado pelos mesmos. Para tal, foi iniciado o projeto de redesenho do nosso U/UTP6 atacando estas duas frentes. O local mais direto para atacar o diâmetro de um cabo com separador central é, grande parte das vezes, a redução deste separador. Como tal, foi realizado investimento ao nível de novas ferramentas e melhoria de processo. Garantindo um separador central, mais fino, porém mais robusto pelo aumento do tamanho das palhetas.

frequências ocorre o efeito pelicular nos condutores, sendo apenas utilizada a parte externa destes para a transmissão do sinal. Com uma diminuição de 3% no diâmetro obtemos uma diminuição de 6,5% em área.

Com isto garantimos o cumprimento dos standards mais usados na Europa: ISO/IEC 11801 e IEC 61156-5.

Com estas reduções obtemos um decréscimo ao nível do peso entre o desenho de 23 AWG e o HD (High density, 24 AWG),

Tabela 1. Comparação entre o peso do cabo [23 AWG e 24 AWG (HD)].

| CPR Classe | Tipologia | Peso (kg/km) |
|------------|-----------|--------------|
| Dca        | 23 AWG    | 39,2         |
|            | HD        | 36,5         |
| Eca        | 23 AWG    | 38,8         |
|            | HD        | 36,2         |

Tabela 2. Comparação entre pegadas de carbono resultantes do desenho de 23 AWG e HD.

| Antes                     | CPR Classe |         | Antes                     | CPR Classe |         |
|---------------------------|------------|---------|---------------------------|------------|---------|
|                           | ECA        | DCA     |                           | ECA        | DCA     |
| CO <sub>2</sub> (kg/km)   | 174        | 191     | CO <sub>2</sub> (kg/km)   | 162        | 178     |
| Peso linear               | 38.8       | 39.2    | Peso linear               | 36.2       | 36.5    |
| Diâmetro externo          | 5.8        | 5.9     | Diâmetro externo          | 5.4        | 5.5     |
| Tamanho separador central | 3x3x0.6    | 3x3x0.6 | Tamanho separador central | 4x4x0.4    | 4x4x0.4 |

### INSTALAÇÃO

Em termos de dimensionamento de tubagens em Portugal, temos de nos guiar pelo ITED 4. Onde temos a fórmula 4.4 que nos indica o diâmetro mínimo do tubo:

O diâmetro mínimo do tubo é calculado pela Equação 2, tendo em conta os diâmetros dos cabos a passar.

$$D_{tubo} \geq 2 \times \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2}$$

Equação 2. Cálculo do diâmetro mínimo do tubo.

$D_{tubo}$ : diâmetro mínimo do tubo (mm)  
 $d_n$ : diâmetro externo do cabo n (mm)

Assim sendo, consideremos um diâmetro do cabo 23 AWG como sendo 5,9 mm e o de 24 AWG (HD) como sendo 5,5 mm, considerando 8 cabos num tubo obtemos:

**Tabela 3.** Relação entre diâmetro do 23 e 24 AWG com o diâmetro mínimo de tubo necessário.

| Diâmetro (mm) | Diâmetro tubo mínimo (mm) |
|---------------|---------------------------|
| 5,9           | 33,4                      |
| 5,5           | 31,1                      |

Para este exemplo específico podemos constatar que para o primeiro exemplo teríamos de utilizar um tubo de 40 mm diâmetro e para o segundo exemplo podemos usar um de 32 mm de diâmetro, permitindo poupar espaço. Notemos ainda que esta diferença será tanto maior quanto maior for o "bundle" de cabos a entubar.

### POE – POWER OVER ETHERNET

Com estudos a indicar que a quantidade de portas que permitem o POE triplicaram nos últimos cinco anos, é importante entender-se que um diâmetro reduzido nos pode limitar, ou ajudar, de alguma forma. Aplicações de IOT (*Internet of Things*), escritórios inteligentes e aplicações industriais de comunicações revelaram a necessidade de transmitir dados e alimentar dispositivos ao mesmo tempo.

A última versão da Norma IEEE 802.3bt, especifica um máximo entre 72 a 90 watts de potência para aplicações POE. Atendendo que antes deste novo *standard* tínhamos um máximo de 60 watts é necessário ter em consideração o calor gerado e dissipado.

**Tabela 4.** POE para a Norma IEEE 802.3.

| Standard | Type   | Class   | V <sub>PSE(min)</sub><br>Supply<br>voltage | Max.<br>Current<br>(mA per<br>pair) | P <sub>PSE</sub><br>Power @<br>PSE (W) | P <sub>PD</sub><br>Power @<br>PD (W) | Energized<br>Pairs |
|----------|--------|---------|--|-------------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------|
| 802.3af  | Type 1 | Class 1 | 44V  | 350mA                               | 4W                                     | 3.84 W                               | 2                  |
|          |        | Class 2 | 44V  | 350mA                               | 7W                                     | 6.5 W                                | 2                  |
| 802.3at  | Type 2 | Class 3 | 50V  | 600mA                               | 15.4 W                                 | 12.95 W                              | 2                  |
|          |        | Class 4 | 50V  | 600mA                               | 30W                                    | 25.5 W                               | 2                  |
| 802.3bt  | Type 3 | Class 5 | 50V  | 500mA                               | 45W                                    | 40W                                  | 4                  |
|          |        | Class 6 | 50V  | 500mA                               | 60W                                    | 51W                                  | 4                  |
|          | Type 4 | Class 7 | 52V  | 720mA                               | 75W                                    | 62W                                  | 4                  |
|          |        | Class 8 | 52V  | 860mA                               | 90W                                    | 72W                                  | 4                  |

A dissipação de calor passa a ser o ponto mais relevante uma vez que a Norma EN-50174-2 diz em 4.5.4.2 que não se deve exceder os 60% de espaço ocupado.

Os cabos de 4 pares têm uma temperatura máxima de funcionamento de 60°C, para um POE eficiente, e evitar riscos de danificação, é necessário ter este valor em mente. Notemos também que os componentes não devem exceder os 50°C. Assim sendo a seguinte fórmula foi criada:

$$50^{\circ}\text{C temperatura máxima ambiente} + \text{perdas potência} - \text{dissipação calor} \leq 60^{\circ}\text{C calor máximo admitido}$$

Concluimos que a junção entre perdas de potência e dissipação de calor não deve exceder 10°C.

**Tabela 5.** ISO/IEC TR 29125: Corrente máxima por par em função da temperatura.

Calculated worst case current per pair versus temperature rise in a 37 cable bundle in air and conduit (all 4 pairs energized).

| ΔT | 0,4 mm<br>cords<br>mA |         | Category 5<br>cables<br>mA |         | Category 6<br>cables<br>mA |         | Category 6 <sub>A</sub><br>cables<br>mA |         | Category 7<br>cables<br>mA |         | Category 7 <sub>A</sub><br>cables<br>mA |         |
|----|-----------------------|---------|----------------------------|---------|----------------------------|---------|---|---------|----------------------------|---------|---|---------|
|    | air                   | conduit | air                        | conduit | air                        | conduit | air                                     | conduit | air                        | conduit | air                                     | conduit |
| 2  | 369                   | 300     | 456                        | 381     | 541                        | 451     | 558                                     | 464     | 558                        | 464     | 579                                     | 482     |
| 4  | 522                   | 424     | 645                        | 539     | 765                        | 638     | 789                                     | 657     | 789                        | 657     | 819                                     | 681     |
| 6  | 639                   | 520     | 791                        | 660     | 937                        | 781     | 966                                     | 805     | 966                        | 805     | 1003                                    | 835     |
| 8  | 738                   | 600     | 913                        | 763     | 1082                       | 902     | 1116                                    | 902     | 1116                       | 929     | 1158                                    | 964     |
| 10 | 825                   | 671     | 1021                       | 853     | 1210                       | 1009    | 1248                                    | 1039    | 1248                       | 1039    | 1295                                    | 1078    |
| 12 | 904                   | 736     | 1118                       | 934     | 1326                       | 1105    | 1367                                    | 1138    | 1367                       | 1138    | 1419                                    | 1181    |
| 14 | 967                   | 795     | 1208                       | 1009    | 1432                       | 1194    | 1476                                    | 1230    | 1476                       | 1230    | 1533                                    | 1275    |
| 16 | 1044                  | 849     | 1291                       | 1079    | 1531                       | 1276    | 1578                                    | 1315    | 1578                       | 1315    | 1638                                    | 1363    |
| 18 | 1107                  | 901     | 1370                       | 1144    | 1624                       | 1354    | 1674                                    | 1394    | 1674                       | 1394    | 1738                                    | 1446    |
| 20 | 1167                  | 950     | 1444                       | 1206    | 1712                       | 1427    | 1765                                    | 1470    | 1765                       | 1470    | 1832                                    | 1524    |

Note 1. The values in this table are based on the implicit DC resistance derived from the insertion loss of the various categories of cable. Manufacturers'/suppliers' specifications should be consulted for information relating to a specific cable.  
Note 2. The current per pair for each Category is dependent on the cable construction.  
Note 3. Temperature rise above 10 °C shown in gray background is not recommended.

**Tabela 6.** ISO / IEC TR 29125: Número de pares e diferença de temperatura.

Temperature rise for a type of cable versus the number of energised pairs in a 37 cable bundle (1000 mA per pair).

| #<br>pairs | ΔT °C<br>0,4 mm<br>cords |         | ΔT °C<br>Cat 5<br>cables |         | ΔT °C<br>Cat 6<br>cables |         | ΔT °C<br>Cat 6 <sub>A</sub><br>cables |         | ΔT °C<br>Cat 7<br>cables |         | ΔT °C<br>Cat 7 <sub>A</sub><br>cables |         |
|------------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|---------------------------------------|---------|--------------------------|---------|---------------------------------------|---------|
|            | air                      | conduit | air                      | conduit | air                      | conduit | air                                   | conduit | air                      | conduit | air                                   | conduit |
| 24         | 3,7                      | 5,2     | 2,3                      | 3,4     | 1,8                      | 2,4     | 1,5                                   | 2,1     | 1,5                      | 2,1     | 1,4                                   | 2,0     |
| 48         | 6,1                      | 8,8     | 3,8                      | 5,7     | 2,9                      | 4,0     | 2,5                                   | 3,6     | 2,5                      | 3,6     | 2,4                                   | 3,4     |
| 96         | 10,4                     | 15,4    | 6,7                      | 9,7     | 4,9                      | 6,9     | 4,5                                   | 6,4     | 4,5                      | 6,4     | 4,1                                   | 5,9     |
| 144        | 14,3                     | 21,6    | 9,4                      | 13,4    | 6,7                      | 9,6     | 6,3                                   | 9,0     | 6,3                      | 9,0     | 5,8                                   | 8,4     |
| 148        | 14,7                     | 22,1    | 9,6                      | 13,7    | 6,8                      | 9,8     | 6,4                                   | 9,3     | 6,4                      | 9,3     | 6,0                                   | 8,6     |

Note 1. The temperature rise (°C) is based upon a current of 1000 mA each energized pair.  
Note 2. The values in the table are based on the implicit DC resistance derived from the insertion loss of the various categories cable. Manufacturers'/suppliers' specifications should be consulted for information relating to a specific cable.  
Note 3. The current per pair for each category is dependent on the cable construction.  
Note 4. Temperature rise above 10°C shown in gray background is not recommended.

### CONCLUSÃO

Da Tabela 4 vemos que o valor máximo da 802.3 bt para corrente é 860 mA. Este é o valor máximo que podemos usar para um cabo categoria 5e (tipicamente 24AWG). E da Tabela 6 vemos que o valor de diferença de temperatura, para um Cat 6, mesmo usando todos os pares num "bundle" de 37 cabos (148 pares) é inferior ou igual a 10°C.

Podemos concluir a aplicabilidade do nosso novo Cat. 6 HD em aplicações POE, inclusive no 802.3bt.

Estas normas passam a constar das nossas fichas técnicas.

Desta forma a General Cable CELCAT apresenta o seu Cabo U/UTP Cat 6 HD, um produto com menor pegada ecológica que permite economizar espaço, cumprindo todos os standards relevantes na Europa e preparado para os projetos futuros. 

General Cable CelCat, Energia e Telecomunicações

Prysmian Group

info@generalcable.pt · www.generalcable.com/eu/pt