

NOTA TÉCNICA

ESTRUTURAS METÁLICAS PROJECTADAS PARA LINHAS DUPLAS A 400 KV

1-INTRODUÇÃO

A REN, Rede Eléctrica Nacional SA, na sua actividade de planeamento identificou a necessidade de construção de novas linhas para permitir o escoamento para a rede de energia que irá ser produzida adicionalmente por novas Centrais. A entrada em serviço destas novas Centrais corresponde a uma potência adicional instalada que não poderá ser escoada por uma única linha de 400 kV. Por outro lado, em termos de critérios de planeamento torna-se necessário garantir em termos de abastecimento a segurança n-1 que significa ter a possibilidade de poder escoar toda a energia mesmo que um dos circuitos esteja fora de serviço.

De entre os elementos que constituem uma linha eléctrica aérea, os apoios são um dos componentes mais importantes. O seu dimensionamento é realizado em conformidade com as seguintes normas e regulamentos:

- EN 50341-1 Overhead electrical lines exceeding AC 45 kV
- EN 50341-3-17, National Normative Aspects (NNA) for Portugal.
- RSLEAT - Regulamento de Segurança de Linhas Aéreas de Alta Tensão

Resulta que, no projecto de um apoio deverá ser tido em conta, designadamente:

- as intensidades das acções resultantes dos agentes naturais designadamente o vento e o gelo se for caso disso e têm em conta os registos e a experiência de mais de mais de cinquenta anos de história do transporte e distribuição de energia.
- as acções resultantes daquelas acções nas base dos apoios e o tipo de solo no dimensionamento das fundações
- os apoios deverão manter a sua estabilidade mesmo no caso de rotura de um dos cabos.
- a necessidade de garantir distâncias mínimas respectivamente entre os pontos de fixação dos cabos condutores (distâncias entre fases) e entre os cabos condutores e a estrutura/cabos de guarda (distância fase-terra), nas situações, definidas regulamentarmente, em que os cabos são desviados pelo vento ou estão em repouso para evitar o aparecimento de descargas eléctricas.

Como se pode verificar o projecto de um apoio para a RNT é bastante complexo e envolve o fabrico de protótipo, ensaios de montagem e eventualmente ensaios mecânicos.

Na RNT existem basicamente dois tipos de apoios:

- a) - apoios metálicos constituídos por estruturas reticuladas em aço dos tipos Fe 430B e Fe510C, construídas por cantoneiras de abas iguais (perfilados entre de 45x5 até 200x20) e chapas ligadas entre si por parafusos (classe 8.8)
- b)- apoios metálicos tubulares constituídos por chapas de aço em formato tronco-piramidal. São formados por troços quinados e fechados longitudinalmente por soldadura

A maioria esmagadora dos apoios actualmente existentes na RNT são do tipo descrito em a).

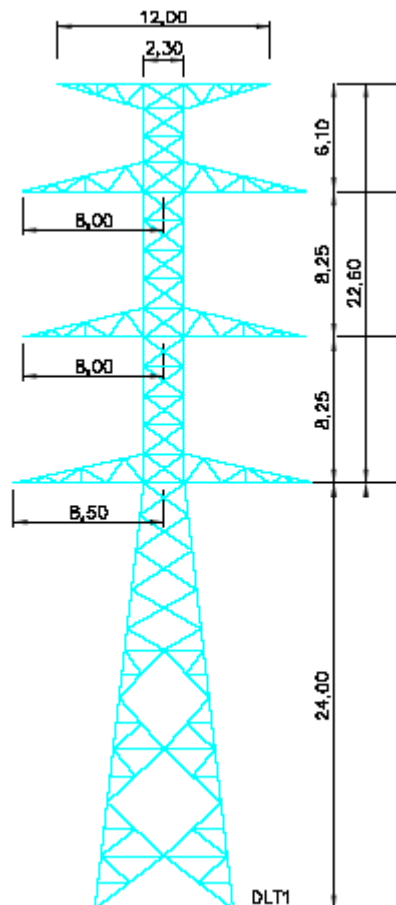
Esta tipologia é igualmente utilizada na Europa nas linhas eléctricas aéreas e para estes níveis de tensão.

2 – DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS SOB O ASPECTO ELÉCTRICO

2.1 – Apoios para Linhas aérea Duplas a 400 kV

A REN, SA licenciou os apoios tipo “DL”, como elementos tipo das linhas da RNT para linhas aéreas duplas a 400kV, com a utilização de cabos condutores ACSR 595 (ZAMBEZE) e cabos de Guarda ACSR 153 (DORKING).

Este tipo de apoio está preparado eléctrica e mecanicamente para transportar duas linhas independentes, ou seja dois circuitos trifásicos, com 2 condutores por fase (feixe de condutores), que serão distribuídos nos dois planos verticais, que passam pelas extremidades das consolas, de cada lado do apoio. Daí a designação de os feixes de condutores ficarem dispostos em dupla bandeira.



Os cabos nos apoios da família DL, conforme figura ao lado, dispõem-se em 4 planos horizontais: os três planos inferiores são para os cabos condutores e distam entre si de 8,25 m e o plano superior para os cabos de guarda e dista de 6,1 m ao plano superior da fixação dos cabos condutores.

Para o poste DL mais baixo, 24 m de altura das consolas inferiores ao solo, a sua altura máxima, ao nível dos cabos de guarda é de 46,6m.

Para o poste DL mais alto, a altura das consolas inferiores ao solo é de 54 m e a sua altura máxima (fixação dos cabos de guarda) é de 74,60m.

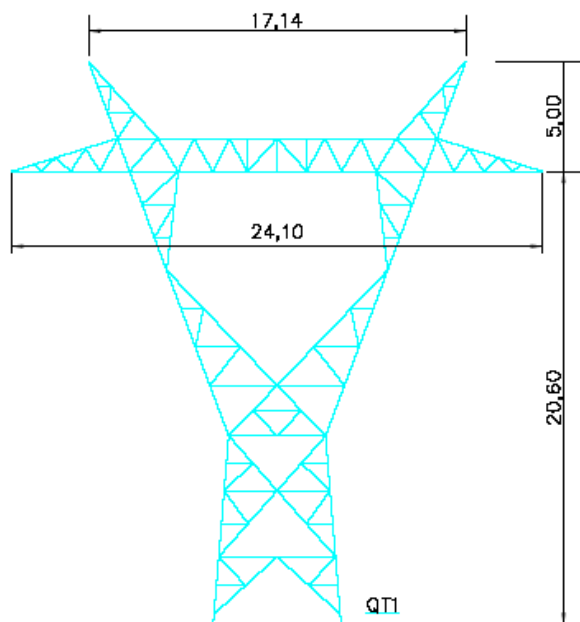
A envergadura máxima das consolas, que corresponde à distância máxima horizontal entre a fixação dos cabos condutores é de 17 m e corresponde às consolas inferiores neste tipo de estrutura.

Nota: dimensões em m

A geometria das hastes de cabo de guarda permite um ângulo positivo de cobertura dos cabos condutores contra descargas atmosféricas na ordem dos 19,65 grd e de 20,17 grd nos apoios de suspensão e de amarração, respectivamente.

2.2 – Apoios para Linhas Aéreas Simples a 400 kV

Para as linhas simples a 400 kV (um circuito trifásico), utilizando os mesmos tipos de cabos, a REN, SA licenciou os apoios do tipo Q.



Os cabos nos apoios da família Q, conforme figura ao lado, dispõem-se em 2 planos horizontais: o plano inferior (composto por duas consolas e viga) é para os três feixes de cabos condutores e o plano superior é para os cabos de guarda e dista de 5 m ao plano de fixação dos cabos condutores.

Para o poste Q mais baixo, 20,6 m das consolas ao solo, a sua altura máxima, ao nível dos cabos de guarda é de 25,6m.

Para o poste Q mais alto, a altura das consolas ao solo é de 40,6 m e a sua altura máxima (fixação dos cabos de guarda) é de 45,6 m.

A envergadura máxima das consolas, que corresponde à distância máxima horizontal entre a fixação dos cabos condutores é de 24,1 m.

Nota: dimensões em m

A geometria das hastes de cabo de guarda permite um ângulo positivo de cobertura dos cabos condutores contra descargas atmosféricas na ordem dos 25 a 47 grd, nos apoios de suspensão e de 39 a 63 grd nos apoios em amarração, respectivamente para os condutores laterais e central.

3 - DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS SOB O ASPECTO MECÂNICO

As acções e combinações de acções para o dimensionamento dos apoios da RNT estão definidas nas normas e regulamentos atrás referidos.

As acções a aplicar sobre uma estrutura dividem-se fundamentalmente em dois grupos:

- As devidas aos cabos (peso próprio, sobrecarga de vento e componentes da tracção dos cabos);
- As actuantes directamente sobre a estrutura (peso próprio e vento);

A acção que tem mais influência no dimensionamento da estrutura, para vãos normais (400 a 500 m) é, sem dúvida nenhuma, a componente da tracção dos cabos.

Conjugando os aspectos técnicos, económicos e ambientais, a solução ideal era construir uma linha segundo um traçado rectilíneo. Teríamos estruturas mais ligeiras (menos pesadas), pois o factor componente da tracção dos cabos ficava bastante diminuído, uma vez que se utilizavam apoios dimensionados para as acções resultantes do peso próprio e do vento (em condições normais) e para 70% da tracção de um cabo em condições de rotura desse cabo. Na prática tal solução é de difícil concepção, como se sabe, pelo que as estruturas tornam-se mais pesadas, quanto maior for a componente das tracções dos cabos, isto é, quanto maior for o ângulo de inflexão do traçado da linha.

Outro aspecto importante a ter em consideração é a acção provocada pela eventualidade de rotura dum cabo. Esta componente chamada longitudinal conjugada com o peso próprio dos cabos e da estrutura irá dimensionar a consola. Na prática para não onerar a estrutura pretende-se estruturas com consolas pequenas, salvaguardando os aspectos de distâncias de segurança entre fases e entre uma fase e a estrutura (terra).

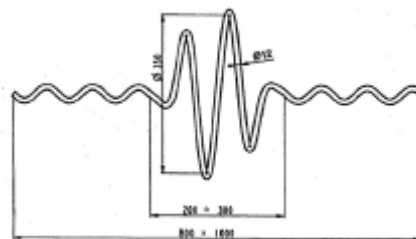
Deste modo, para linhas duplas, a melhor opção técnica e económica é a utilização em bandeira para a disposição dos cabos, como os apoios do tipo DL. É a estrutura que mais se vê por esse mundo fora.

4 - DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS SOB O ASPECTO AMBIENTAL

Um elemento fundamental no processo de Avaliação de Impacte Ambiental é a afectação paisagística que uma estrutura poderá causar no meio ambiente. É evidente que uma estrutura quanto mais elevada for mais visível se torna, pelo que a medida que minimize esta afectação negativa será a utilização de estruturas mais baixas. A gama de alturas máximas dos apoios tipo DL vai desde 46,6 m a 74,6 m. No entanto o impacte visual ao fim de um ano será menor, visto que as estruturas e os cabos perdem o brilho inicial devido à sua oxidação.

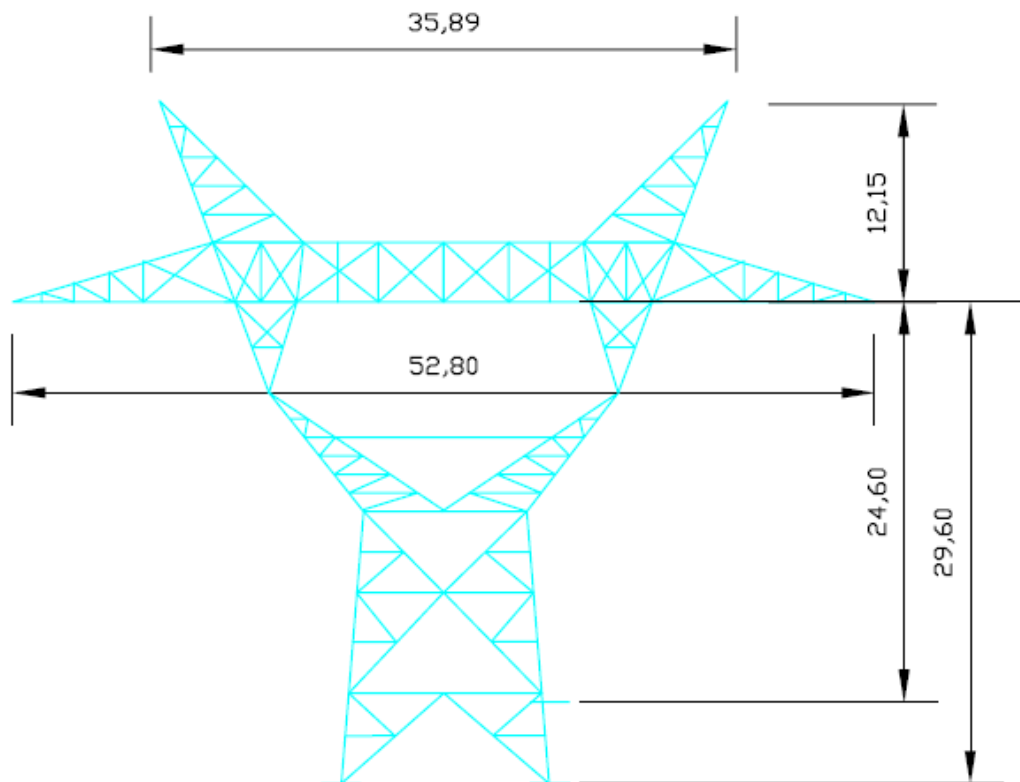
Outro elemento importante é o impacte da linha sobre a avifauna, nomeadamente sobre a colisão das aves com os cabos. Os apoios do tipo DL têm quatro planos de colisão, três relativos aos cabos condutores e um aos cabos de guarda. Os apoios tipo Q (linhas simples a 400 kV), têm dois planos de colisão, um para os cabos condutores e outro para os cabos de guarda.

Como acção minimizadora, a REN, SA propõe-se utilizar apoios mais baixos e implementar a utilização de dispositivos salva pássaros, nos cabos de guarda, do tipo BFD-Bird Flying Diverters, como se mostra na figura seguinte.



Por exemplo na travessia de arrozais são cumpridos os critérios definidos no relatório que resultou do Protocolo de Colaboração REN/ICNB e que estão considerados no Guia para a elaboração de EIA de infra-estruturas da RNT. Nos estudos ambientais do projecto estão consideradas a possibilidade de colocação de sinalização em regime excepcional (espaçamentos de 3 em 3 metros em cada cabo), mas face à incerteza da regularidade da ocorrência efectiva da existência de espécies de interesse conservacionista no local acima referido, poderá ser suficiente a colocação de sinalização em regime intensivo (espaçamentos de 10 em 10 metros em cada cabo).

A concepção de um apoio para as condições de esteira de dois circuitos a 400 kV, teria aproximadamente uma envergadura de 53 m entre extremidades das consolas, ficando os cabos de guarda a 12,15 m acima da esteira horizontal dos condutores. O que na prática teríamos que considerar uma faixa de segurança para a linha de 62,80 m de acordo com o RSLEAT, artº 28º, ponto 1, bastante superior aos 45 m mencionados no ponto 3, alínea c) do mesmo artº.



Nota: distâncias em metros e simulação AUTOCAD

Devido aos esforços na estrutura, os montantes eventualmente teriam que ser executados com perfis duplos. A altura mínima dos cabos condutores ao solo é de 24,60, a que corresponde a altura máxima do apoio de 36,75 m.

De salientar que não se conhece na Europa, estruturas com esta concepção. Em casos pontuais, um ou dois vãos, opta-se pela utilização de pórticos, semelhantes aos que existem nas subestações mas com maior comprimento de viga.

5 - CONCLUSÕES

Face ao atrás exposto podemos concluir que para o nível de tensão de 400 kV, não é “razoável” dimensionar projectar e licenciar uma estrutura para uma linha dupla em esteira de 400 kV, em tempo útil.

As suas dimensões são de tal modo elevadas que implicam a utilização de cantoneiras especiais e duplas de onde resulta que existem dúvidas sobre a sua execução com este tipo de silhueta que, a ser possível, seria sempre bastante “pesada” em termos de impacte visual.

Face aos pesos que estão em causa as fundações também teriam necessariamente maiores dimensões.

Do que se conhece, confirma-se que não existe na Europa, designadamente em Espanha, ou em França, para linhas duplas de 400 kV apoios em esteira.

Dado que, os cabos condutores em feixe, constituídos por dois cabos por fase, cada um com o diâmetro de 31,8 mm e distanciados entre si 400 mm, e que o cabo de guarda tem um diâmetro de 16,0 mm, com dispositivos do tipo salva pássaros (BFD) com as dimensões atrás referidas (diâmetro central de 300 mm) e cuja colocação poderá ser de 3 em 3 metros, pode-se considerar como de grande visibilidade, minimizando significativamente os impactes sobre a avifauna.

Na eventualidade de se manter a necessidade de ter apenas 2 planos horizontais de colisão nos troços em causa será necessária a passagem da linha dupla (apoios DL) para duas linhas simples (apoios Q). Isto obrigaria ao estudo e execução de dois traçados de linhas que, embora fossem curtos, teriam associados impactes cumulativos adicionais.

Para vãos da ordem dos 300 m, a distância entre as duas linhas (entre eixos), por motivos de segurança eléctrica, terá de ser da ordem de 39 m (regulamentarmente é de 45 m)