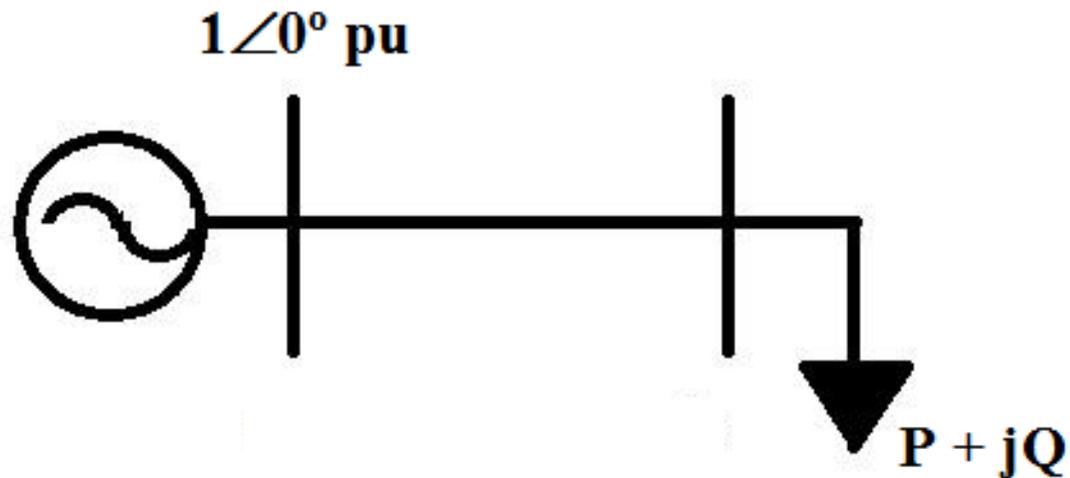


## Fluxo de Potência em sistemas de distribuição

Os sistemas de distribuição são radiais, caracterizados por ter um único caminho entre cada consumidor e o alimentador de distribuição. A potência flui da subestação para os consumidores através de um caminho simples, o qual, em caso de interrupção, resulta na perda total de energia para os consumidores à jusante do defeito.



**O contínuo crescimento da economia, bem como dos bens industrializados e o consumo cada vez maior de tecnologia, exigirá cada vez maior quantidade e qualidade de energia.**

**Em um problema de Fluxo de Potência a configuração do sistema é inalterável.**

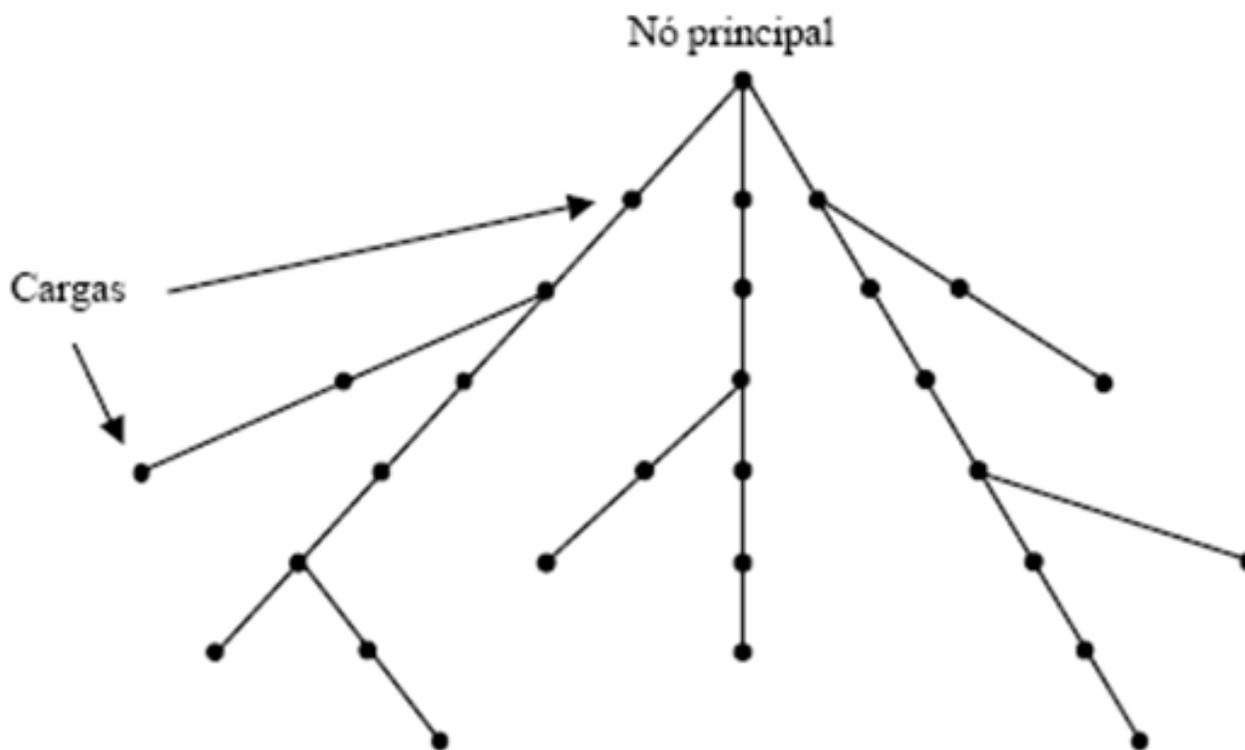
**O objetivo é determinar módulos e ângulos de todas as tensões em todos os barramentos. Tendo as tensões e as impedâncias do sistema, podemos determinar o fluxo de potência em cada linha, bem como as perdas no sistema.**

**O problema do fluxo de potência é não linear e deve ser resolvido por meio de métodos numéricos iterativos.**

**A grande necessidade que as distribuidoras possuem em realizar análises de falhas, modelagens, planejamento e supervisão das redes de distribuição permite o desenvolvimento de software que contempla as necessidades diárias de uma distribuidora, ou seja, um software que permita análise rápida e com confiabilidade do fluxo de potência em redes de distribuição.**

**Com relação à interação entre transmissão e distribuição, tem-se atualmente a seguinte visão: a operação da transmissão vê o sistema de distribuição não como um todo, mas sim como uma carga “fixa”, conectada no barramento da subestação de distribuição, enquanto a operação da distribuição enxerga a transmissão apenas como um gerador conectado no lugar da subestação de tratamento de energia. Resumindo, pode-se dizer que cada sistema enxerga o outro, apenas como um ponto de entrada ou saída de potência.**

As redes primárias, operando em 13,8 KV, contam com um tronco principal do qual derivam ramais que usualmente são protegidos por fusíveis. Dispõem de chaves de seccionamento que operam na condição de normalmente fechadas e que se destinam a isolar blocos de carga para permitir a sua manutenção corretiva ou preventiva. É usual instalar-se num mesmo circuito, ou entre circuitos diferentes, chaves que operam abertas e que podem ser fechadas em manobras de transferência de carga.



**Os transformadores de potência ligados juntos a rede primária são projetados de acordo com a demanda das cargas dos consumidores**

**$S = 100 \text{ MVA}$**

**$f_p = 0,8$  indutivo**

**Tem-se:**

**$P = 80 \text{ MW}$**

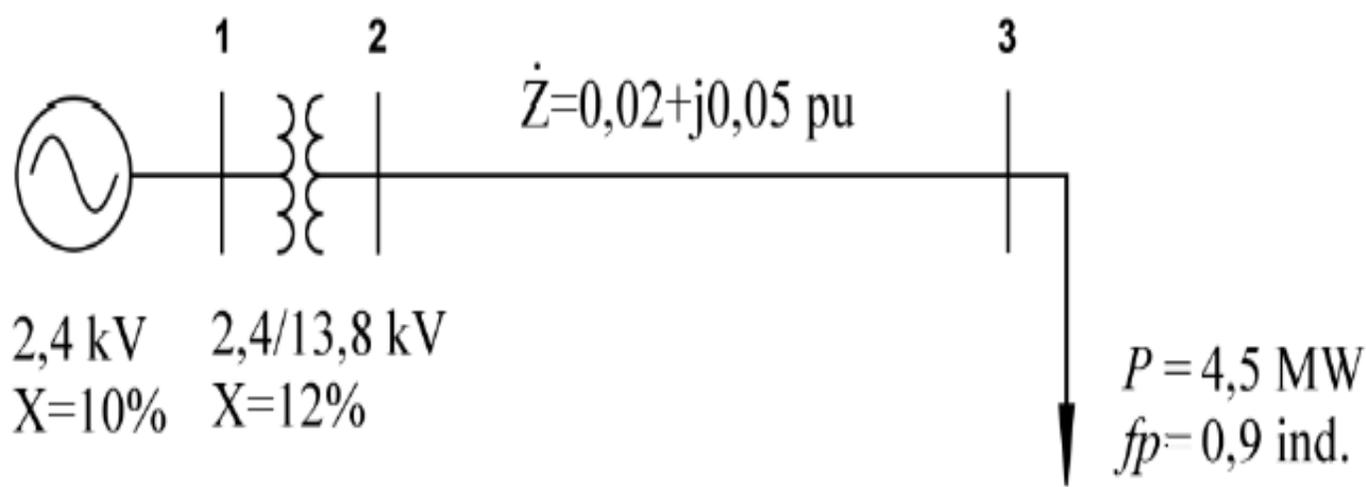
**$Q = 60 \text{ MVAr}$**

**FD: Fator de demanda**

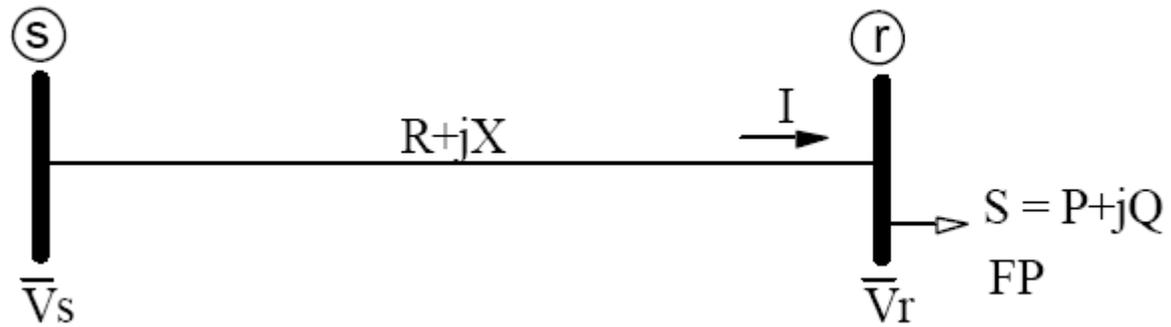
**Se  $FD = 0,8$  tem-se:**

**$D_{max} = 80 \text{ MVA}$**

**Exemplo 7.1.** Dado o sistema da Figura 7.1, determine  $\dot{V}_3$ , sendo  $\dot{V}_1 = 1,0 \angle 0^\circ$  pu e  $S_b = 10$  MVA.



# Método das Somas das Potências - Cespedes



onde:

s : nó do lado da fonte;

r : nó do lado da carga;

$\bar{V}_s$  : tensão do nó da fonte ( $\bar{V}_s = V_s \angle \phi_s$ );

$\bar{V}_r$  : tensão do nó da carga ( $\bar{V}_r = V_r \angle \phi_r$ );

R, X : resistência e reatância da linha;

P, Q : potência ativa e reativa da carga;

**O método de Soma de Potências utiliza uma sistemática que percorre o sistema de forma direta e inversa. As cargas e as perdas são somadas no caminho inverso, ou seja, partindo na direção da barra terminal e terminando na barra fonte, enquanto que as tensões nodais são calculadas através de equação biquadrada, usando o caminho direto, ou seja, partindo na direção da barra fonte e terminando na barra terminal, tomadas duas a duas.**

**Inicialmente, usando o caminho inverso, determina-se a potência equivalente para cada barra somando as potências referentes às cargas, incluindo a própria carga e as perdas de potência da linha que estão depois da barra de interesse, concentrando o resultado nesta barra. Na primeira iteração as perdas não são levadas em consideração.**

$$P_p = R \frac{(P^2 + Q^2)}{V_r^2}$$

$$P_q = X \frac{(P^2 + Q^2)}{V_r^2}$$

onde:

$P_p$  e  $P_q$  : perdas ativa e reativa do trecho;

$R$  e  $X$  : resistência e reatância do trecho;

$P$  e  $Q$  : potências ativa e reativa da carga;

$V_r$  : módulo da tensão no carga.

Uma vez calculada a potência equivalente para cada barra do sistema, iniciasse o cálculo das tensões através da equação (1). Esse processo começa na barra fonte e vai em direção ao nó carga, tomando-se as barras duas a duas. Uma barra que se comporta como sendo de carga numa primeira fase do processo, torna-se barra fonte na fase seguinte após o cálculo da tensão. Repete-se esta sistemática até o nó terminal. Nesse processo, a rede de distribuição é percorrida de cima para baixo.

$$V_r^4 + [2(PR + QX) - V_s^2]V_r^2 + (P^2 + Q^2)(R^2 + X^2) = 0 \quad (1)$$

A equação fornece o módulo da tensão na barra carga conhecendo-se a tensão na barra fonte, a impedância da linha e a potência da carga. Essa equação é a parte fundamental no processo do cálculo do fluxo de potência para sistemas radiais.

P e Q são as potências somadas na barra carga

R e X são as impedâncias entre a barra **s** e **r**

**A fase da tensão na barra carga pode ser calculada por:**

$$\phi_r = \phi_s - \text{sen}^{-1} \left( \frac{PX - QR}{V_s V_r} \right)$$

**O programa converge se a diferença entre o vetor tensões nas barras antes da interação e o vetor tensões nas barras depois da interação for pequena. Essa diferença é o erro.**

## **Dicas:**

- 1 – Colocar uma matriz de Dados**
- 2 – Adotar uma base de potência e tensão**
- 3 – Colocar inicialmente todas as tensões nas barras em 1 pu**
- 4 – A barra 1 é a referência, localizada próxima a subestação.**
- 5 – Na primeira interação as perdas são nulas**
- 6 – O erro deve ser menor que 0.001**
- 7 – A equação (1) fornece 4 soluções sendo apenas uma a ideal**
- 8 – Cada barra representa um transformador com potência de  $P + jQ$**
- 9 – R e X são conhecidos pelo tipo do cabo. Na transmissão R é desconsiderado**