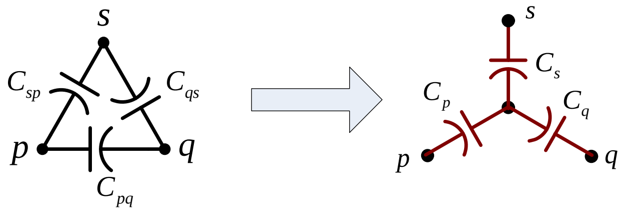
電容器的 Y-Δ轉換

電容器在電路中如果接成串聯或並聯架構，則可使用類似電導的合併規則：**電容並聯時則相加，電容串聯時則倒數相加再取倒數**。但是在某些電路中，無法使用簡單的串並聯化簡，此時必須使用 Y-Δ轉換，例如**圖一**中，Δ-接的電容器要轉換成「等效 Y -接」。



圖一 將連接於 p, q, s 三節點Δ接的電容 C_{sp}, C_{pq}, C_{qs} 轉換成等效 Y-接

電容器在電路中，由於串並聯合併的規則與**電導**相同，因此電容值可「**類比**」成電導值，**電容值的倒數就可類比成電阻值**，電阻 Y-Δ轉換的公式就可直接使用，再將 Y-Δ轉換的計算結果取倒數，即得轉換後的電容值。

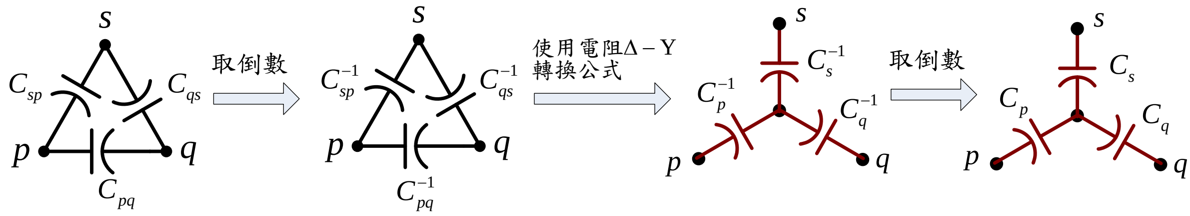
在**圖二**中，電容從Δ-接，轉換成等效 Y-接的過程如下：

1) 將Δ-接的三個電容值取倒數；
2) 取倒數後的電容值可視為**電阻**，代入電阻的Δ-Y 轉換公式，求得

$$C_s^{-1}=\frac{C_{sp}^{-1}C_{qs}^{-1}}{C_{sp}^{-1}+C_{pq}^{-1}+C_{qs}^{-1}},\quad C_p^{-1}=\frac{C_{sp}^{-1}C_{pq}^{-1}}{C_{sp}^{-1}+C_{pq}^{-1}+C_{qs}^{-1}},\quad C_q^{-1}=\frac{C_{pq}^{-1}C_{qs}^{-1}}{C_{sp}^{-1}+C_{pq}^{-1}+C_{qs}^{-1}}$$

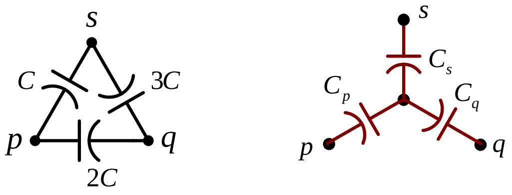
3) 將所得到的計算結果再取倒數，即可得到所求的等效 Y-接電容 C_s, C_p, C_q。

例題 1 為電容從Δ-接轉換成 Y-接的例子，電容從 Y 轉換為Δ的過程類似，我們在**例題 2** 中說明。

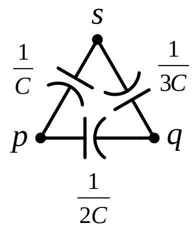


圖二 電容值自Δ-接轉換成 Y-接的過程

例題 1：**圖三**中，電路的三個節點 s, p, q 之間分別接上 C, $2C$ 及 $3C$ ($C \neq 0$)之電容器，試求其等效 Y 接的電容值 C_s, C_p 及 C_q。



圖三 求等效 Y-接電容值



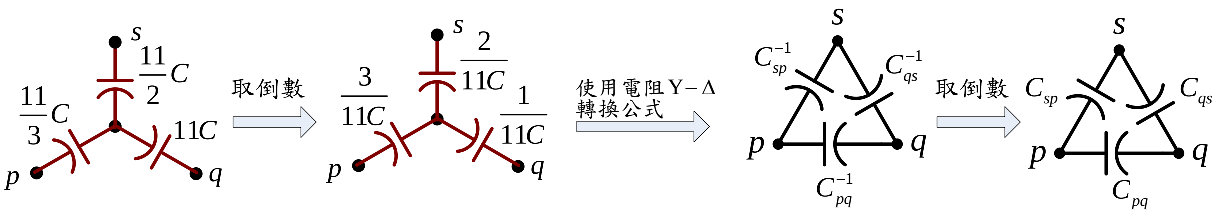
圖四 電容的倒數

我們可先將電容值取倒數，**類比**成電阻值，如**圖四**所示。再分別計算 $C_s^{-1}, C_p^{-1}, C_q^{-1}$。

$$C_s^{-1}=\frac{\frac{1}{C}\cdot\frac{1}{3C}}{\frac{1}{C}+\frac{1}{2C}+\frac{1}{3C}}=\frac{\frac{1}{3C^2}}{\frac{11}{6C}}=\frac{2}{11C}\Rightarrow C_s=\frac{11}{2}C \qquad C_p^{-1}=\frac{\frac{1}{C}\cdot\frac{1}{2C}}{\frac{1}{C}+\frac{1}{2C}+\frac{1}{3C}}=\frac{\frac{1}{2C^2}}{\frac{11}{6C}}=\frac{3}{11C}\Rightarrow C_p=\frac{11}{3}C$$

$$C_q^{-1}=\frac{\frac{1}{2C}\cdot\frac{1}{3C}}{\frac{1}{C}+\frac{1}{2C}+\frac{1}{3C}}=\frac{\frac{1}{6C^2}}{\frac{11}{6C}}=\frac{1}{11C}\Rightarrow C_q=11C$$

<u>**例題 2**</u>：將**例題 1** 中所求得的 Y-接電容，轉換成等效Δ-接，以**驗算**例題 1 之結果。

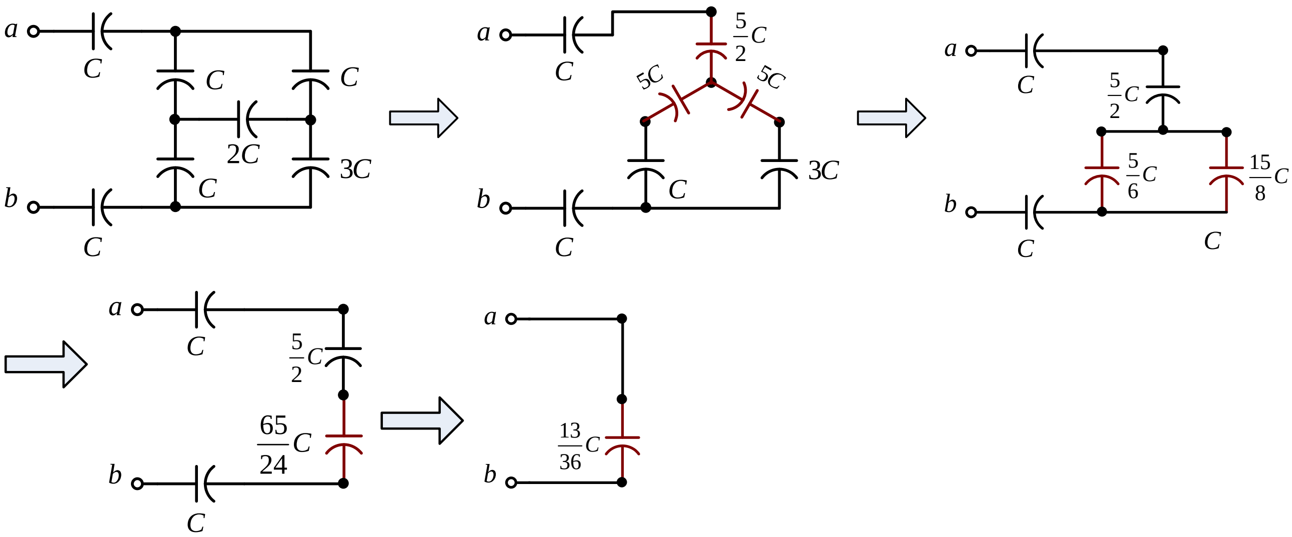


圖五　Y-接電容轉換成等效Δ-接的過程

$$C_{sp}^{-1}=\frac{\frac{2}{11C}\cdot\frac{3}{11C}+\frac{3}{11C}\cdot\frac{1}{11C}+\frac{1}{11C}\cdot\frac{2}{11C}}{\frac{1}{11C}}=\frac{\frac{11}{121C^2}}{\frac{1}{11C}}=\frac{\frac{1}{11C^2}}{\frac{1}{11C}}=\frac{1}{C}\Rightarrow C_{sp}=C$$

$$C_{pq}^{-1}=\frac{\frac{1}{11C^2}}{\frac{2}{11C}}=\frac{1}{2C}\Rightarrow C_{pq}=2C \qquad C_{qs}^{-1}=\frac{\frac{1}{11C^2}}{\frac{3}{11C}}=\frac{1}{3C}\Rightarrow C_{qs}=3C$$

<u>**例題 3**</u>：求**圖六**的電路中，*a*-*b* 端點間的等值電容。



圖六　橋式電容電路的化簡

附註：<u>電感</u>電路的化簡就無特別之處，可直接使用電阻的所有公式。