



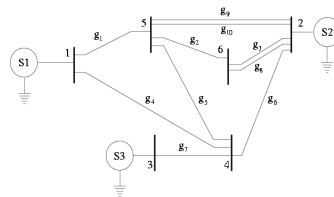
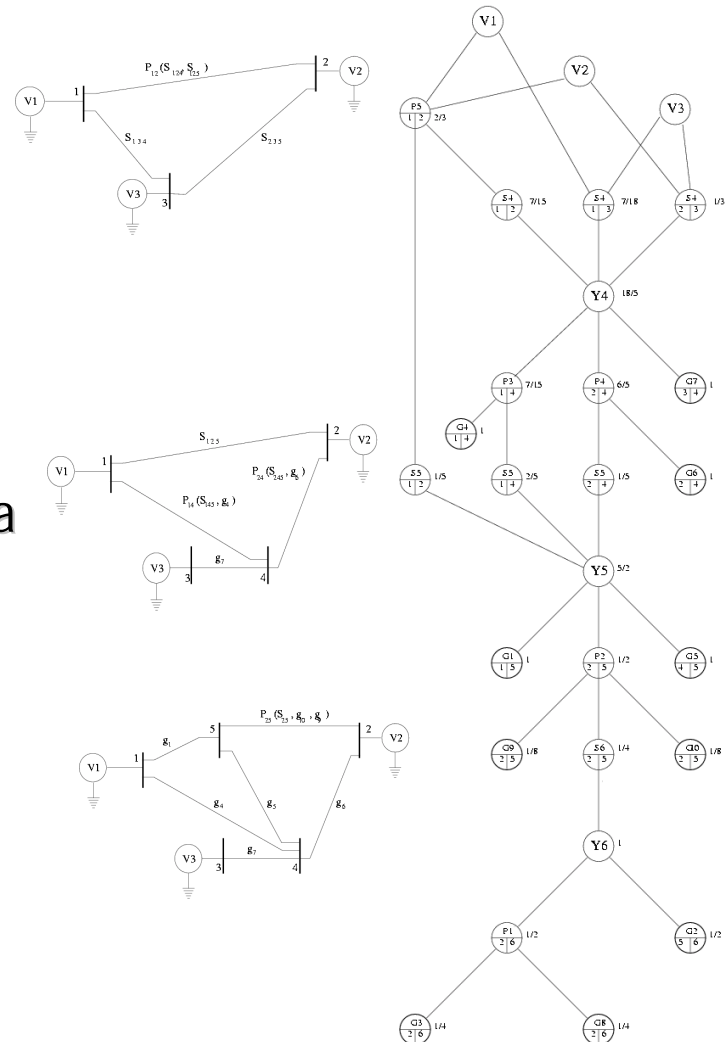
# Análisis Cualitativo de Circuitos Eléctricos

Jaime Cerda Jacobo

Sección de Computación

Departamento de Ingeniería Eléctrica

CINVESTAV





- \* Objetivo de la Tesis
- \* Razonamiento Cualitativo
- \* Reducción de Redes
- \* Transformación Estrella-Malla
- \* Modelado de Circuitos
- \* Representación de Cantidades
- \* Algoritmo de Agrupamiento
- \* Explotación de la Gráfica
- \* Ejemplo Completo
- \* Otras Contribuciones
- \* Conclusiones



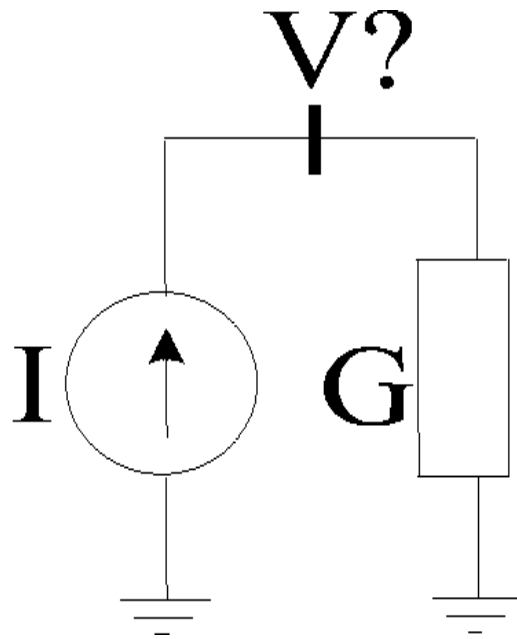
Desarrollar una metodología alternativa de análisis de circuitos, basada en técnicas de agrupamiento que nos permitan razonar acerca del comportamiento del circuito.



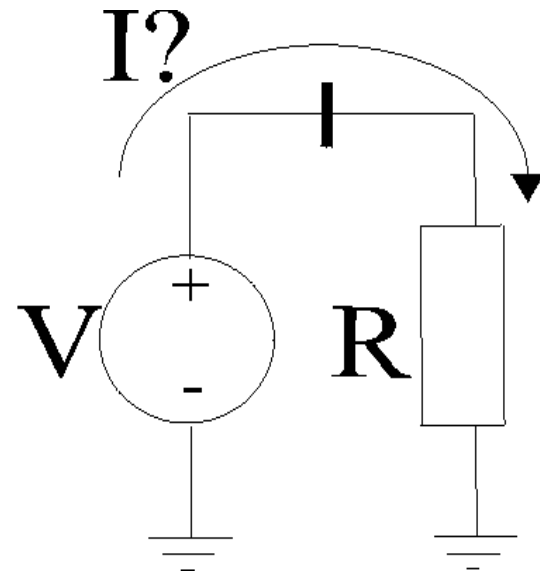
Razonar acerca de sistemas que están especificados parcialmente.  
Generalmente se abstraen los modelos y valores que toman los componentes del sistema.



Formulación Nodal

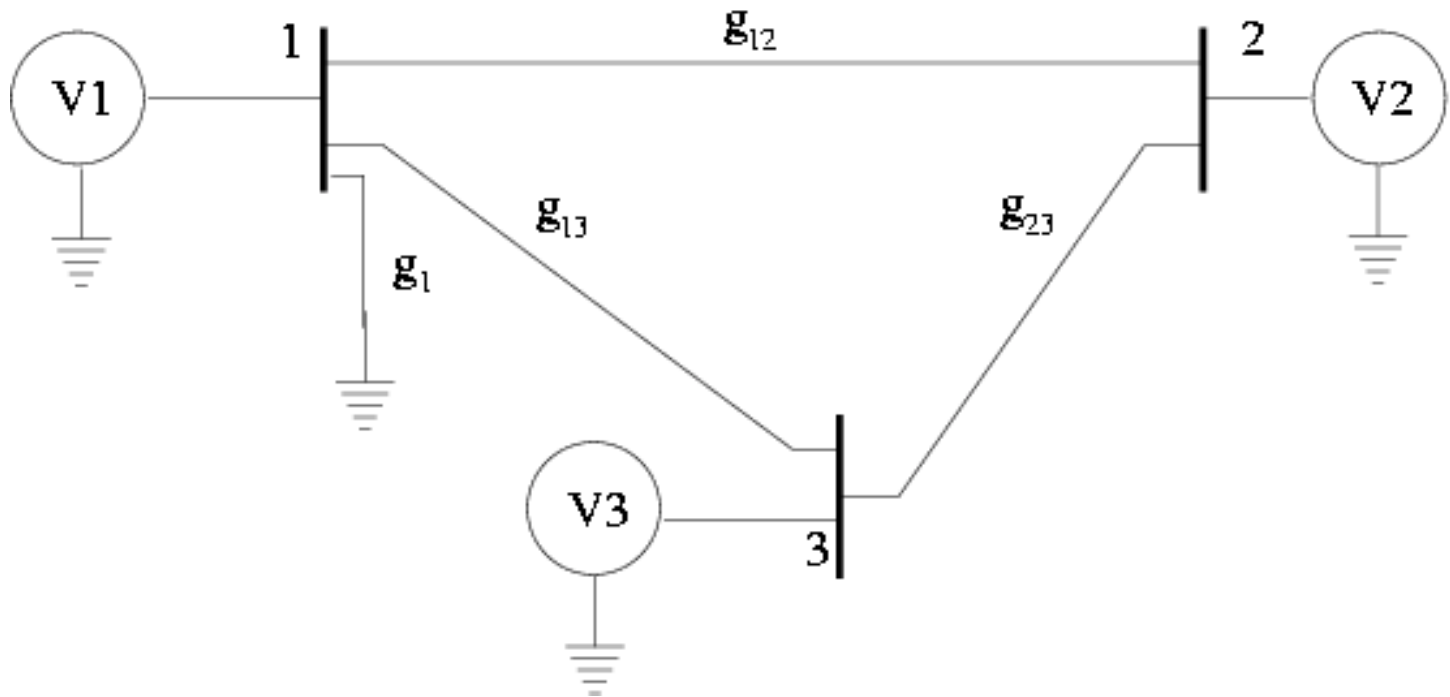


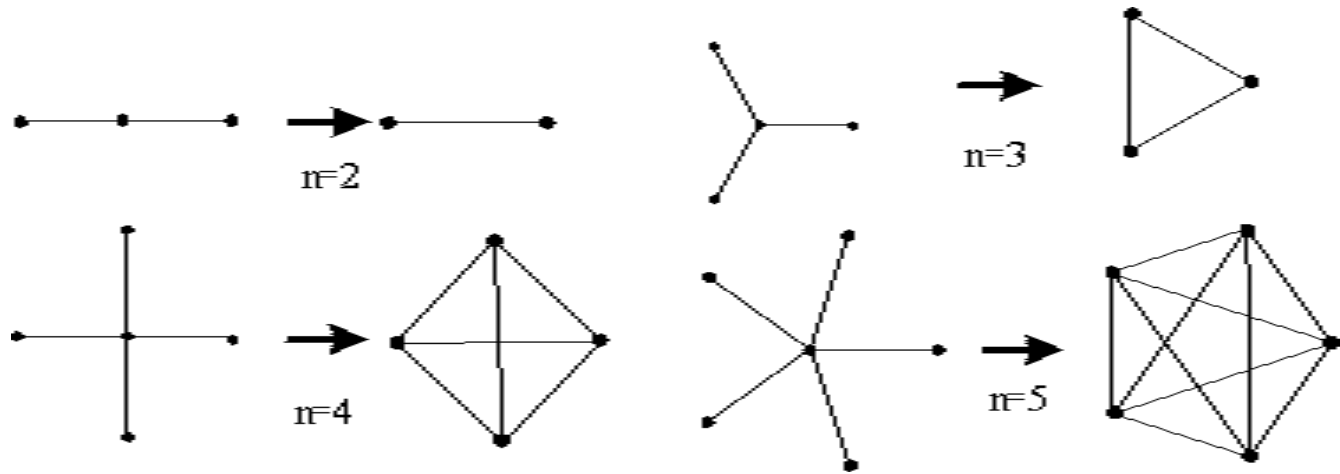
Formulación de Mallas





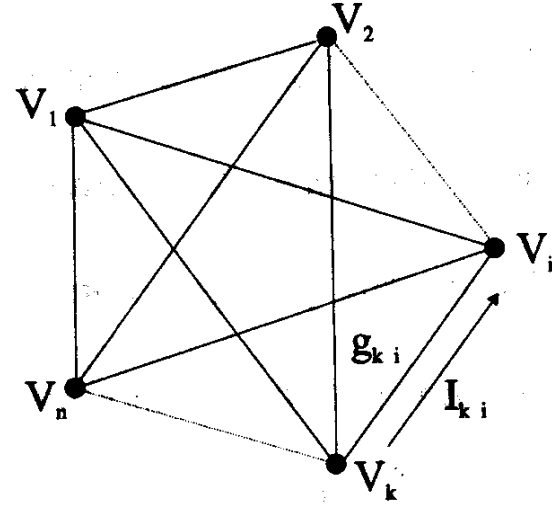
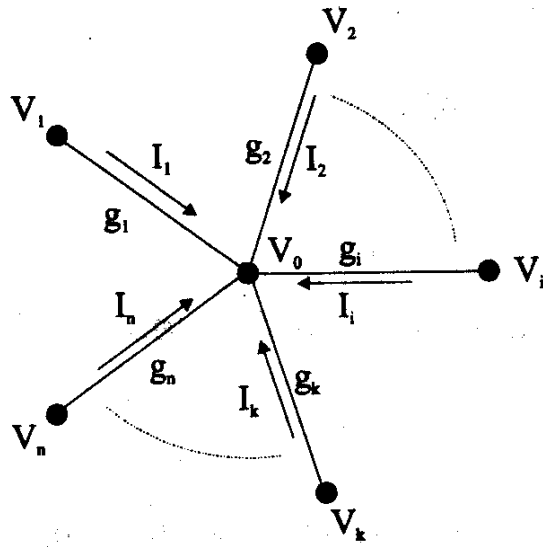
## Reducción a rMGSC





Casos Particulares:

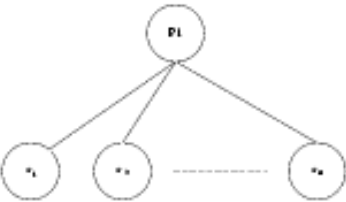
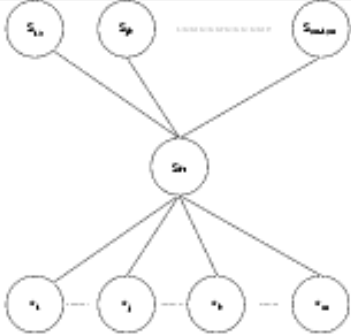
- Reducción Serie
- Transformación Y- $\Delta$



$$g_{ik} = g_i g_k / \sum g_r$$

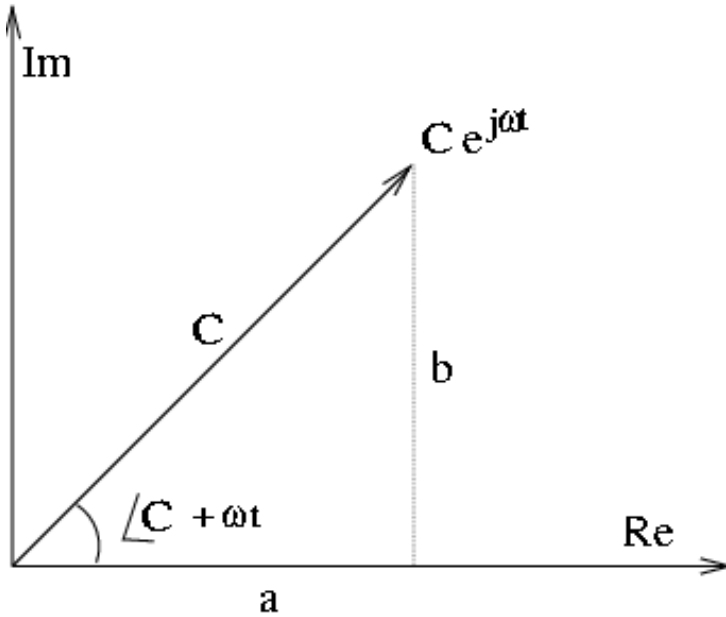




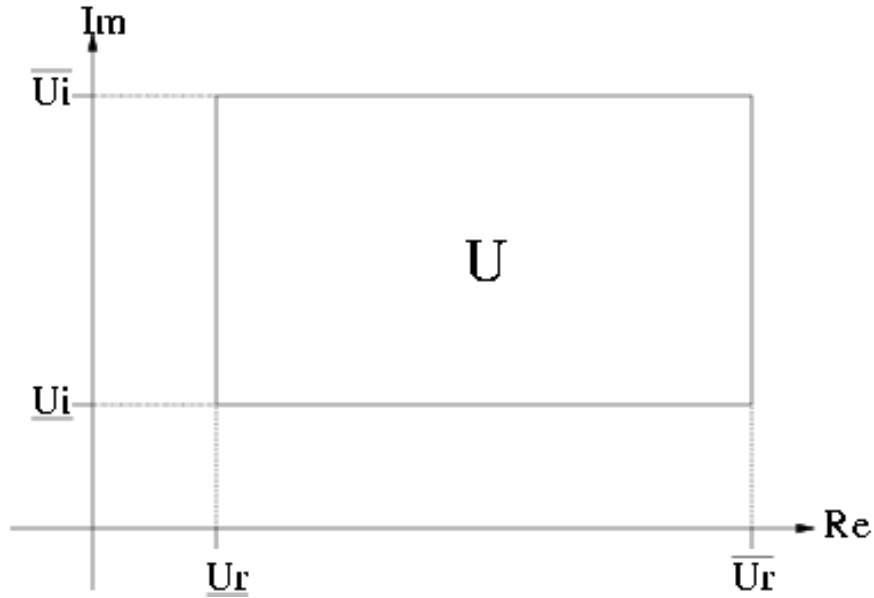
PARALLEL	STAR
	
$1 \leq j \leq n$ $i_j = V_{p1} g_j$ $V_j = V_{p1}$ $g_{p1} = \sum_{i=1}^n g_i$	$i, j \in \Gamma_n$ $g_n = \sum g_{in}$ $i_{in} = \sum_{k \in PKn(i,n)} i_{ik}$ $V_i = \frac{i_i}{g_i}$ $V_n = \frac{1}{g_n} \sum g_{in} V_i$ $g_{ij} = \frac{g_{in} g_{jn}}{g_n}$
$\partial g_{p1} = \sum_{i=1}^n \partial g_i$	$\partial g_{ij} = \partial g_i + \partial g_j - \sum_{r \in \Gamma_n \setminus \{i,j\}} \partial g_r$



## Números Complejos

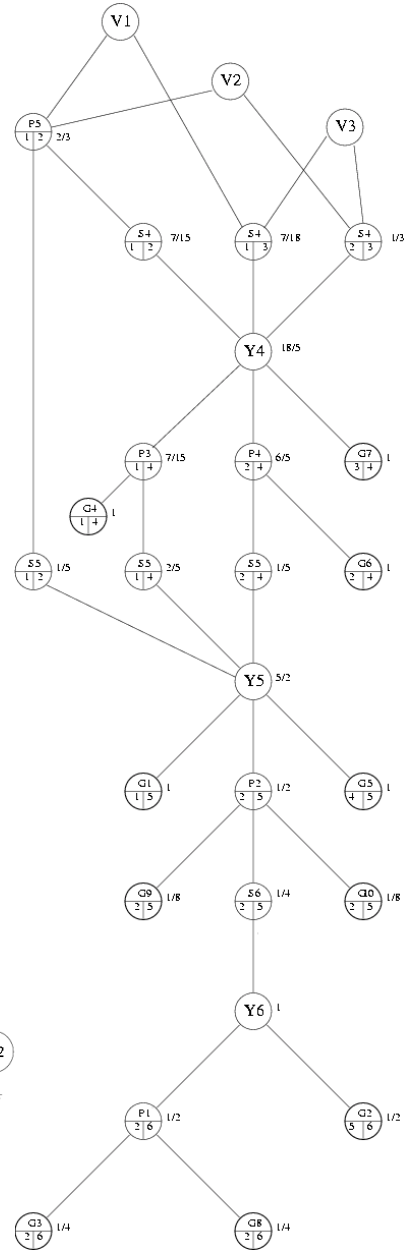
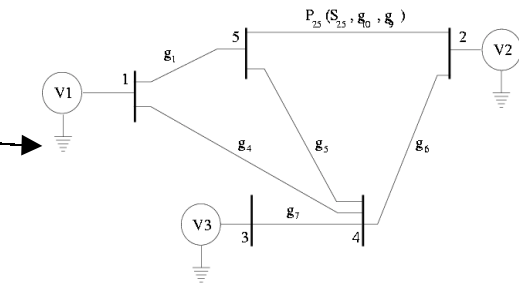
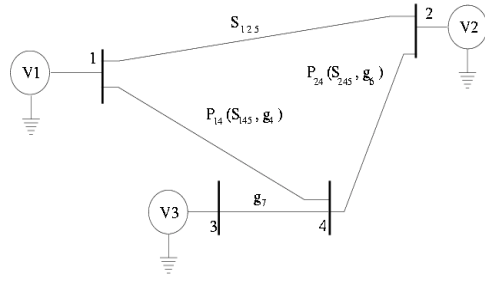
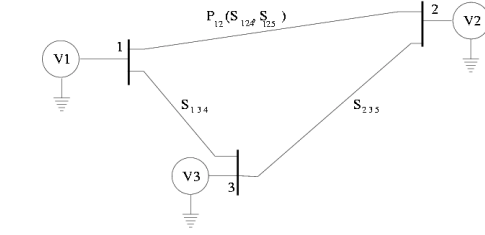
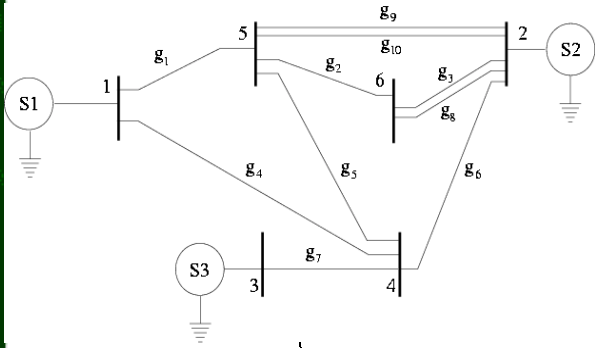


## Rectángulos Complejos



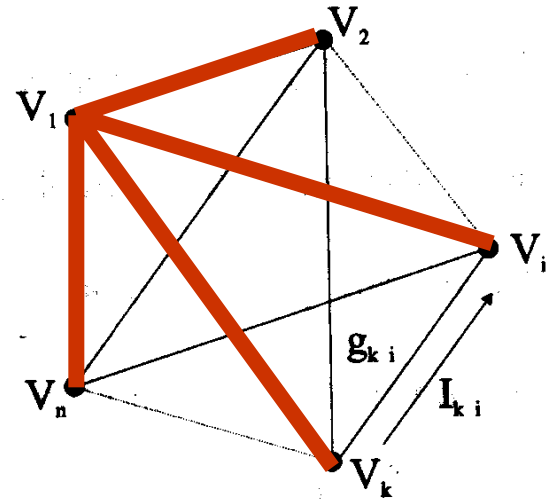
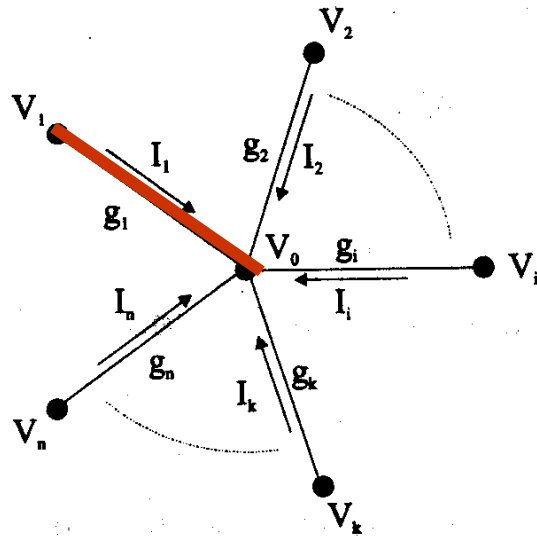
Valores Cualitativos(+,-,0, $\infty$ ,- $\infty$ , ?)

# Algoritmo de Agrupamiento



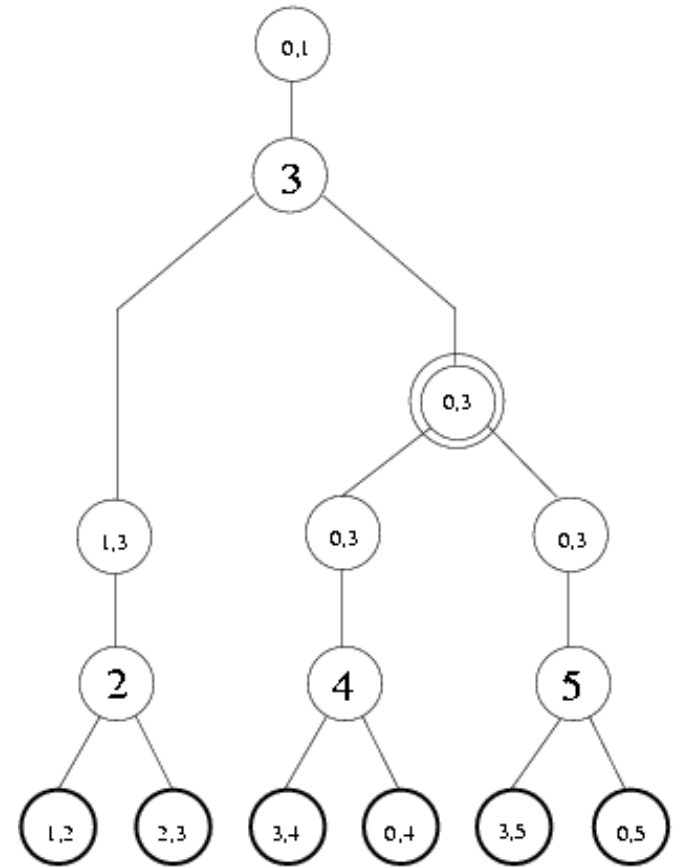
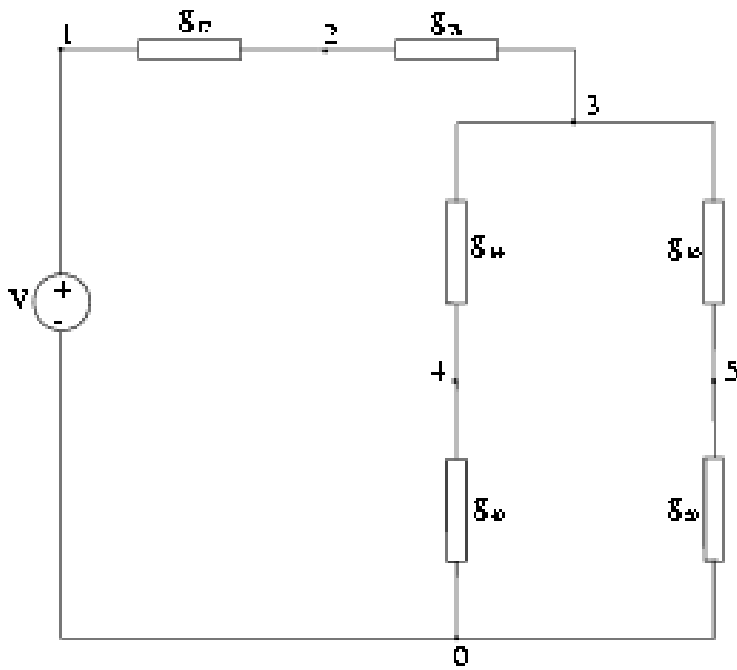


# Malla Parcial





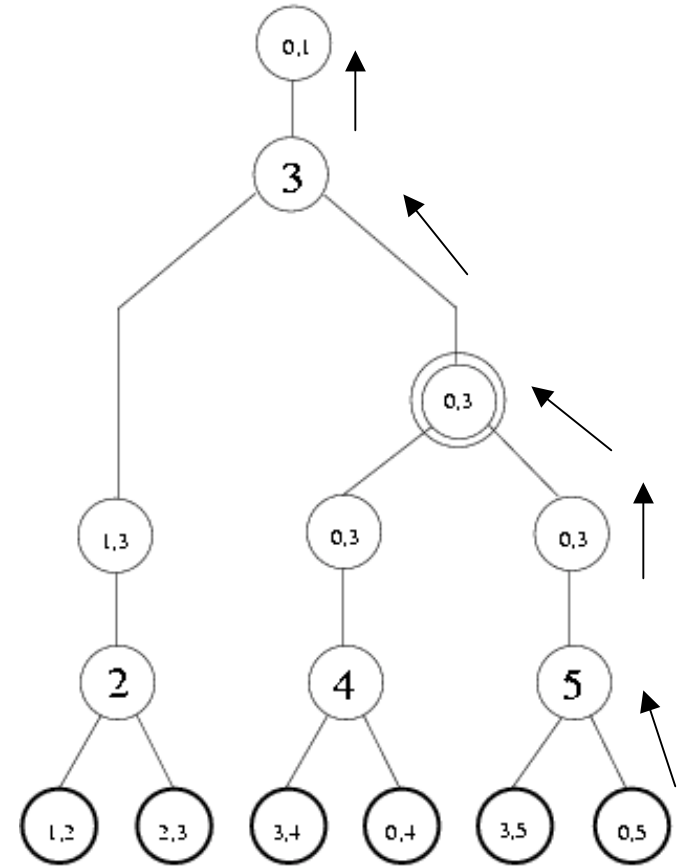
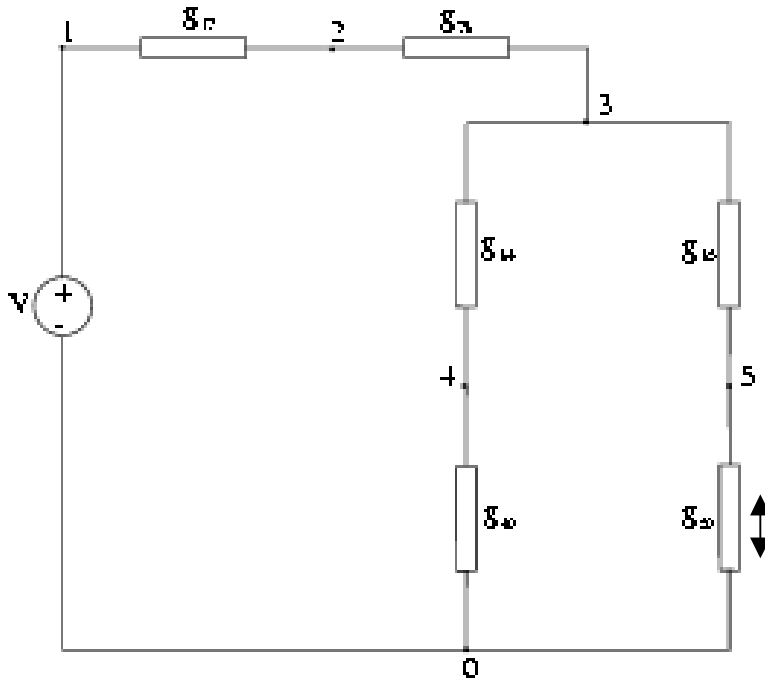
# Un ejemplo simple





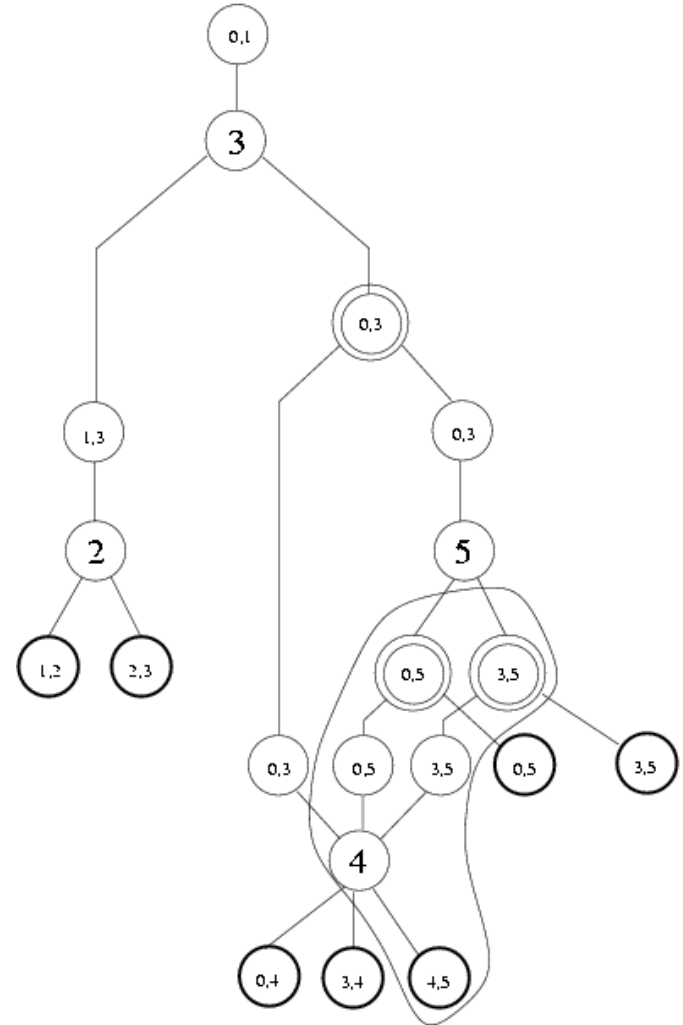
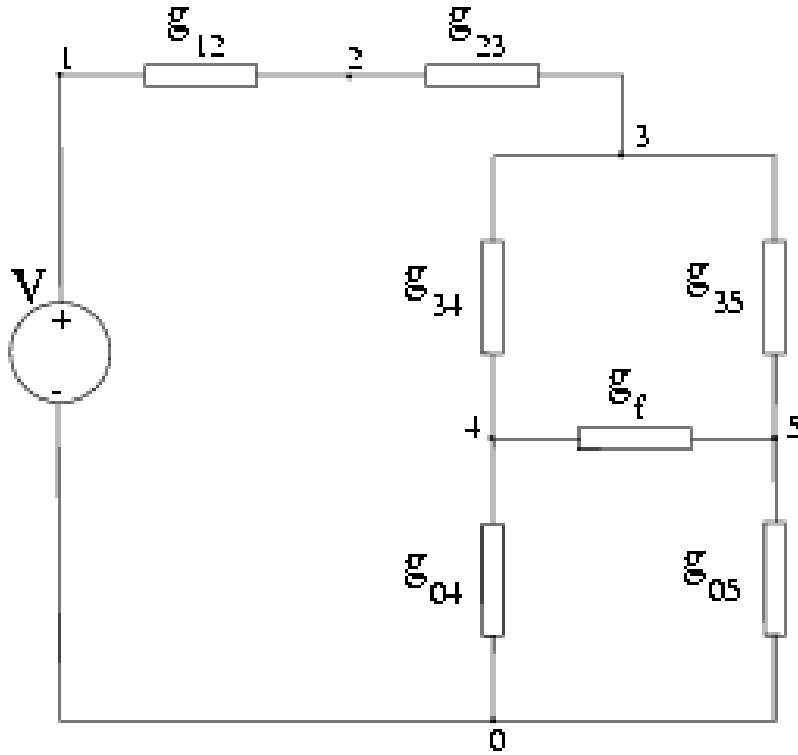
# Propagación de Restricciones Algebraicas

Explotación de la gráfica





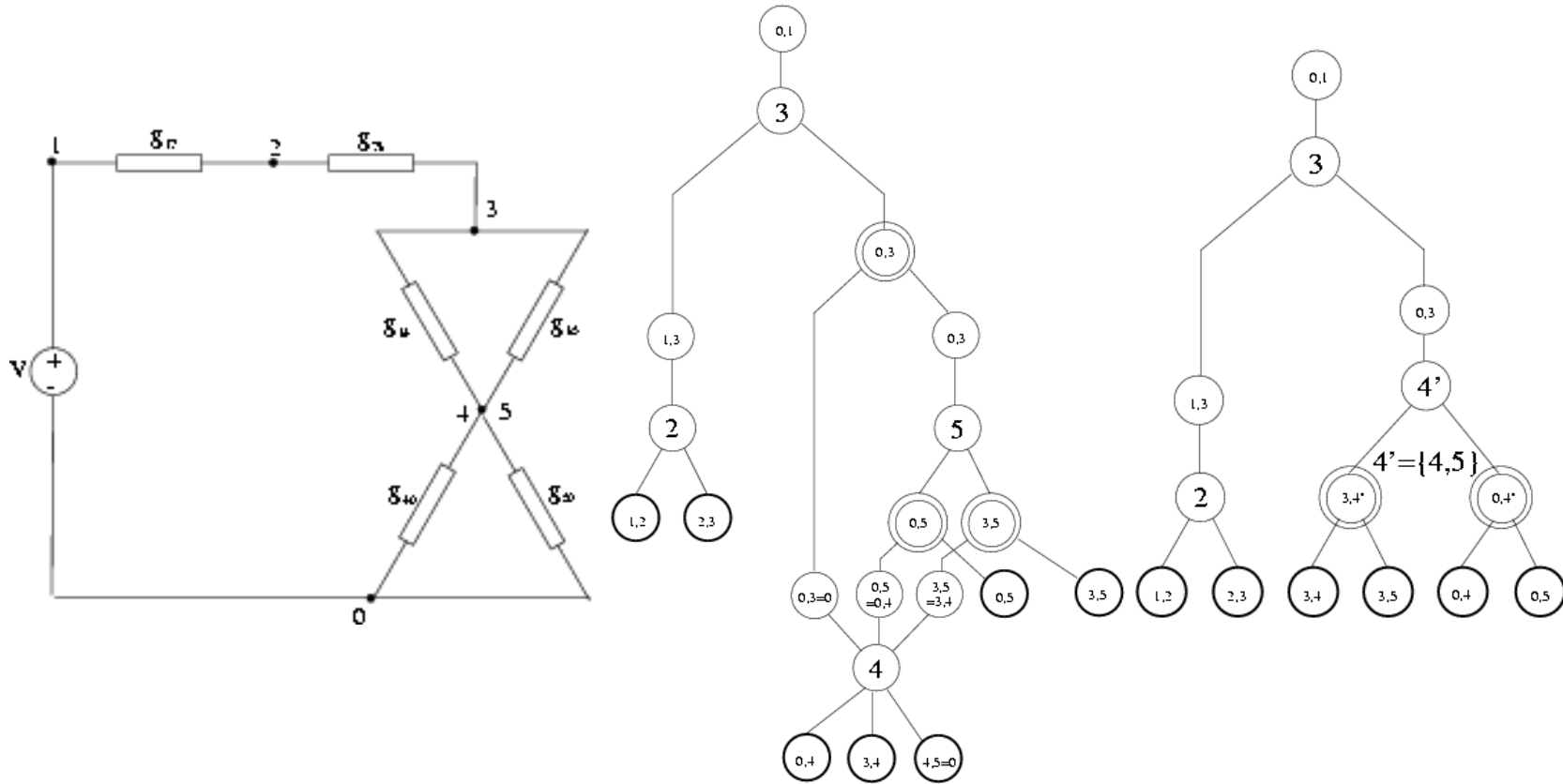
# Reagrupamiento ( $g_f \neq \infty$ )





# Reagrupamiento ( $g_f = \infty$ )

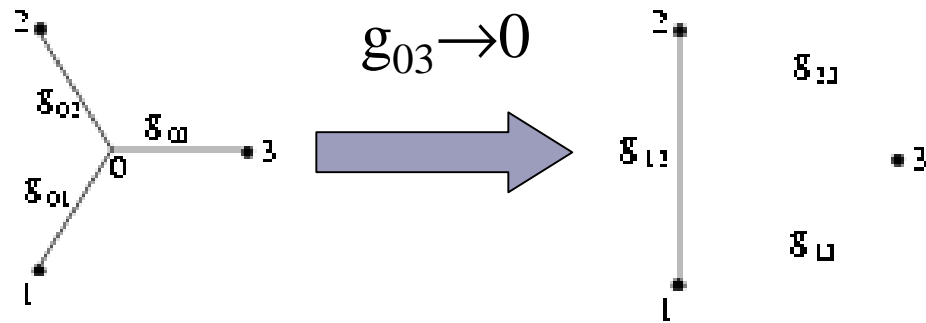
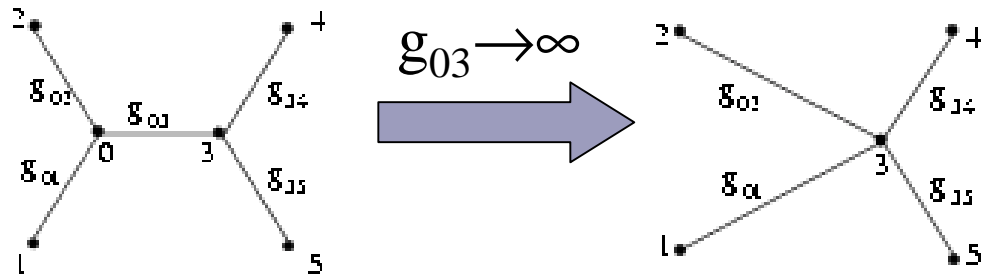
Explotación de la gráfica





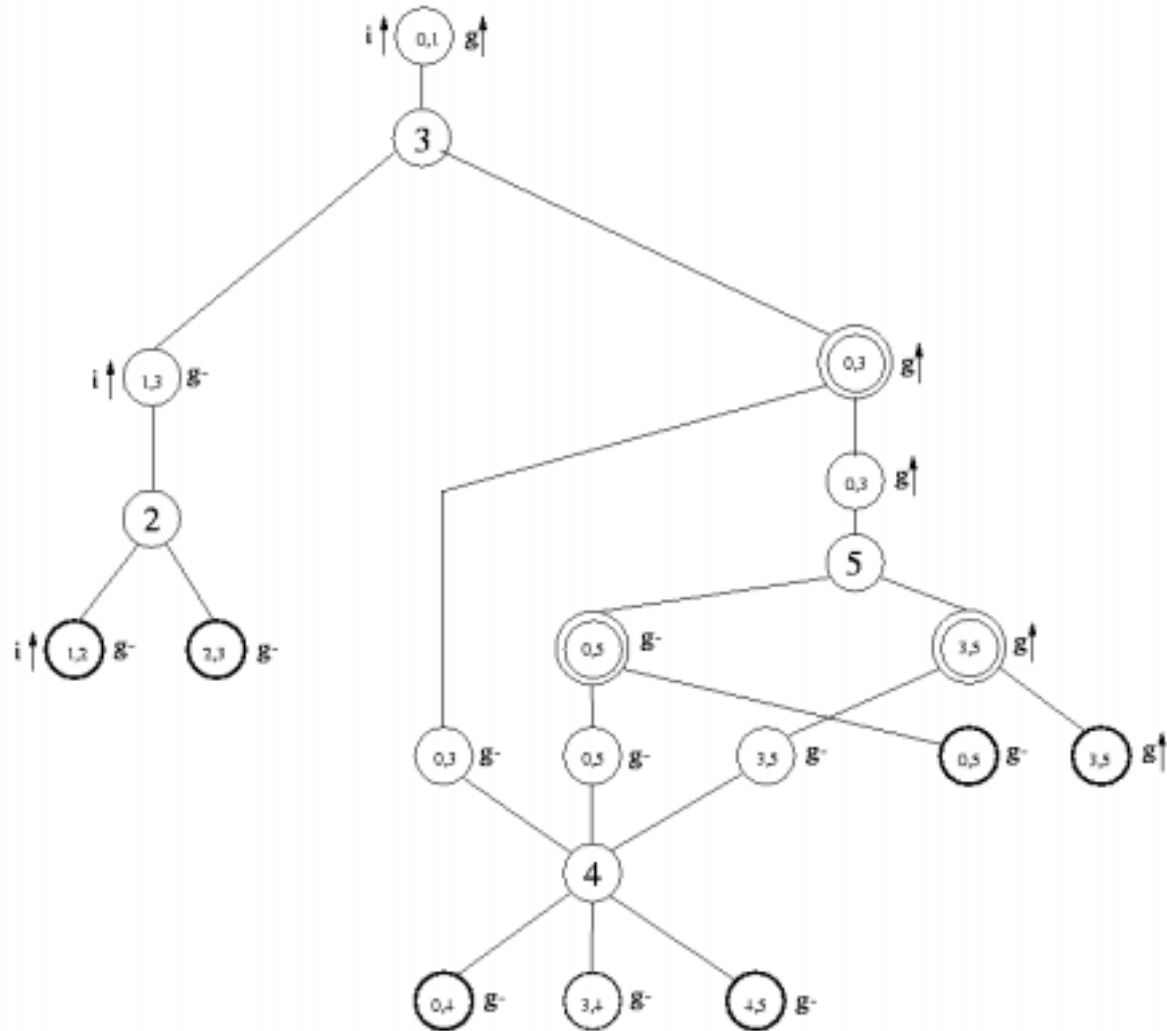


# Razonamiento Asintótico





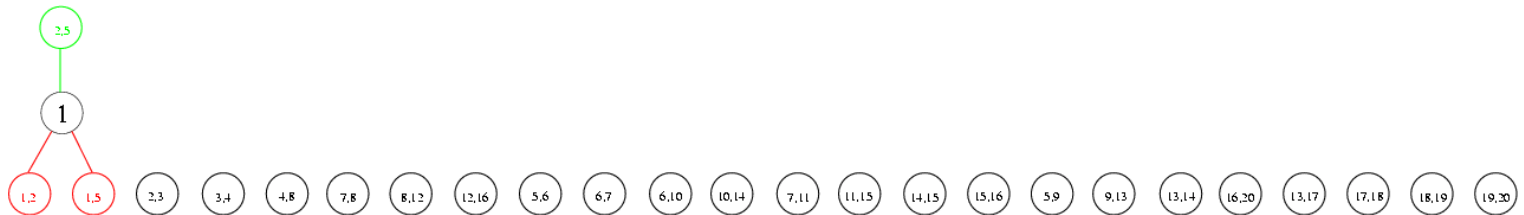
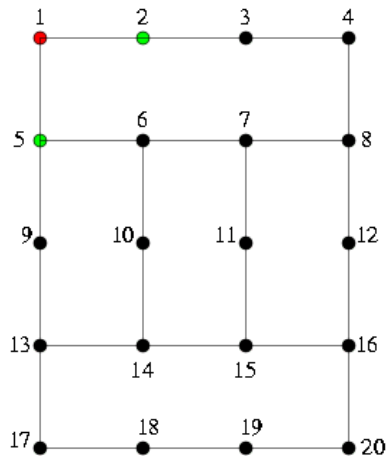
# Razonamiento de Primer Orden





# Agrupamiento: Eliminando el nodo 1

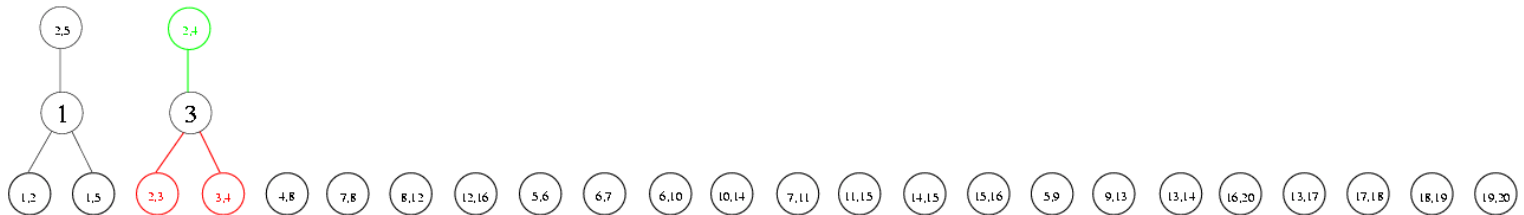
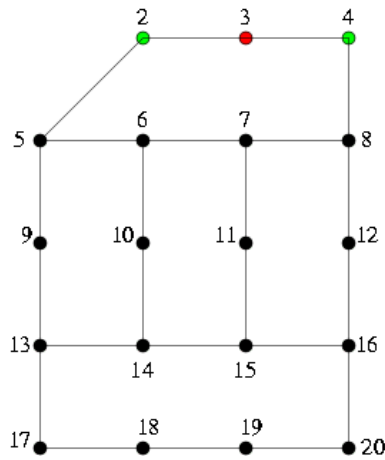
Un Ejemplo Completo





# Agrupamiento: Eliminando el nodo 3

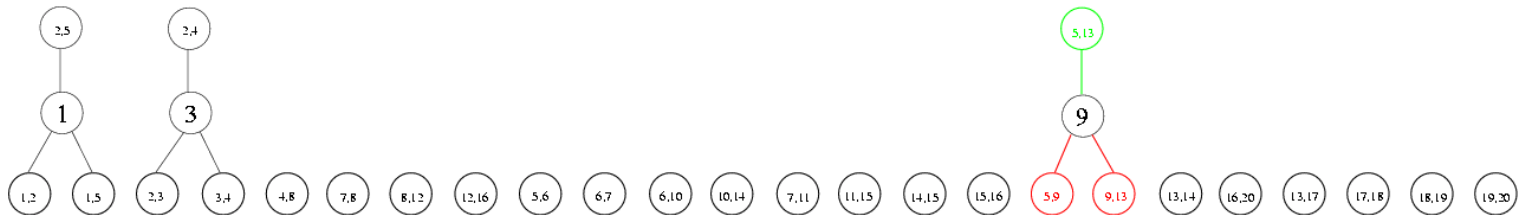
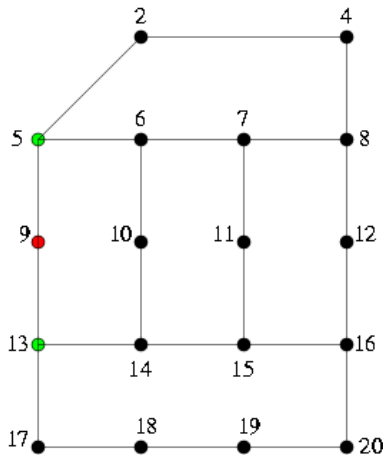
Un Ejemplo Completo





# Agrupamiento: Eliminando el nodo 9

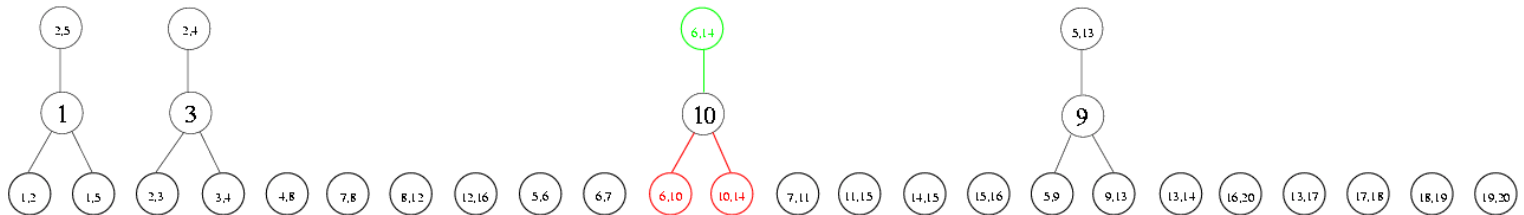
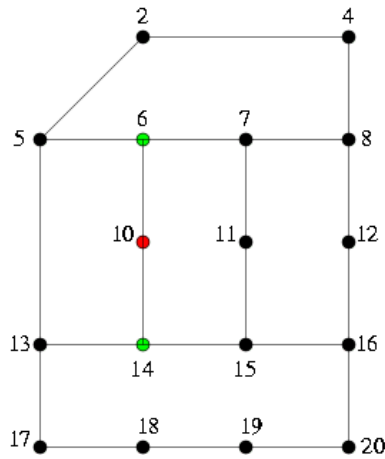
Un Ejemplo Completo





# Agrupamiento: Eliminando el nodo 10

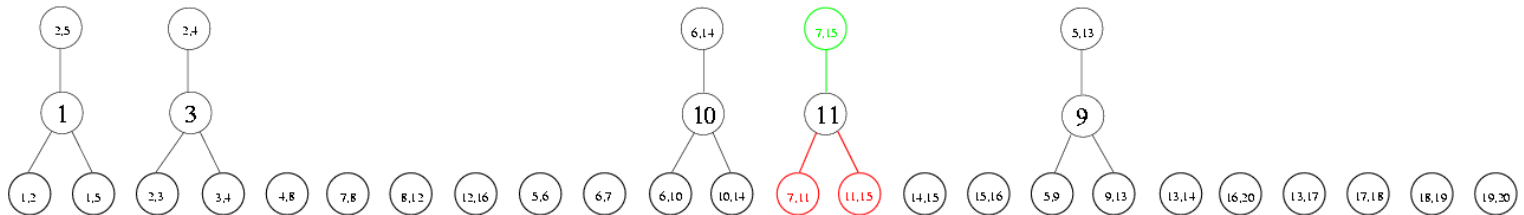
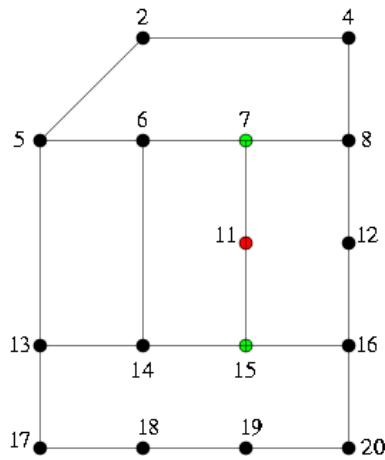
Un Ejemplo Completo





# Agrupamiento: Eliminando el nodo 11

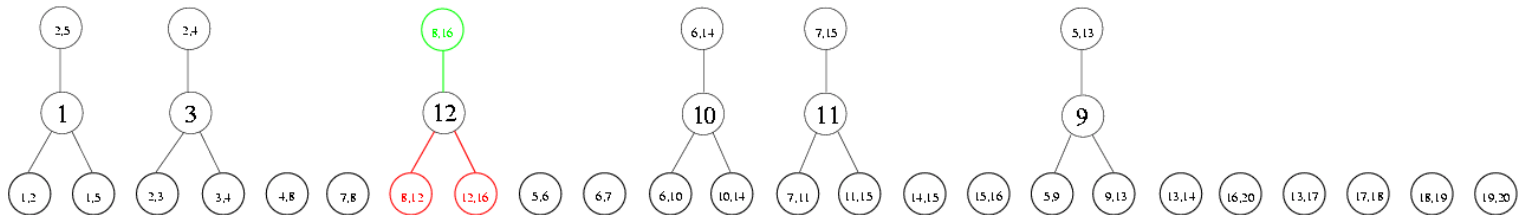
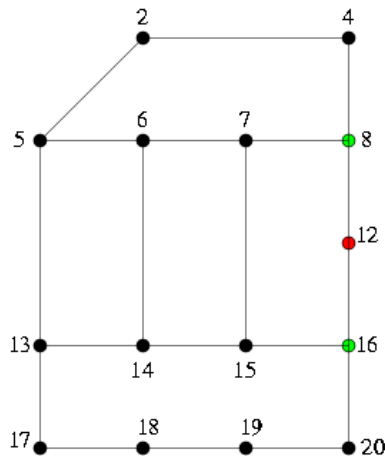
Un Ejemplo Completo





# Agrupamiento: Eliminando el nodo 12

Un Ejemplo Completo

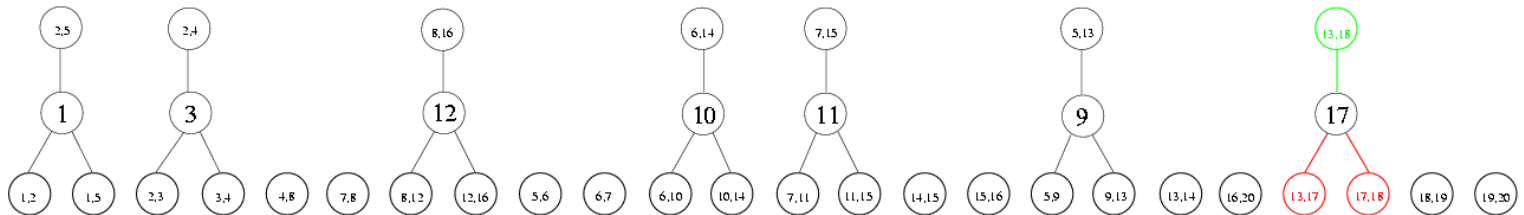
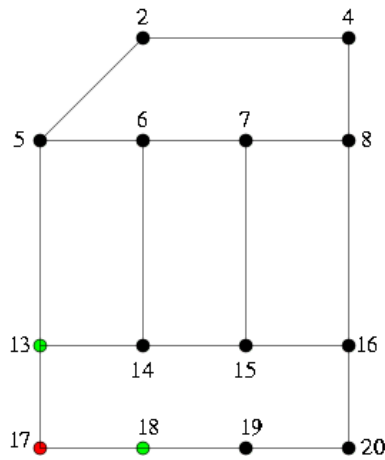






# Agrupamiento: Eliminando el nodo 17

Un Ejemplo Completo



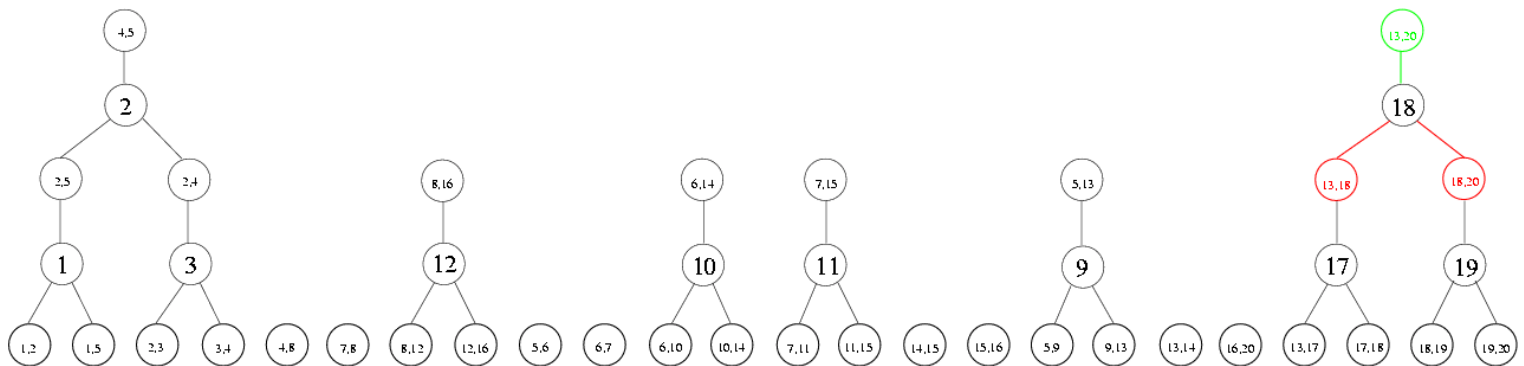
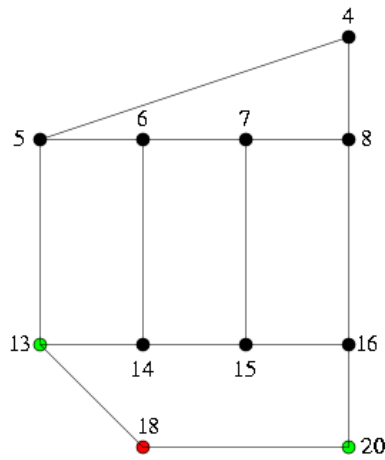






# Agrupamiento: Eliminando el nodo 18

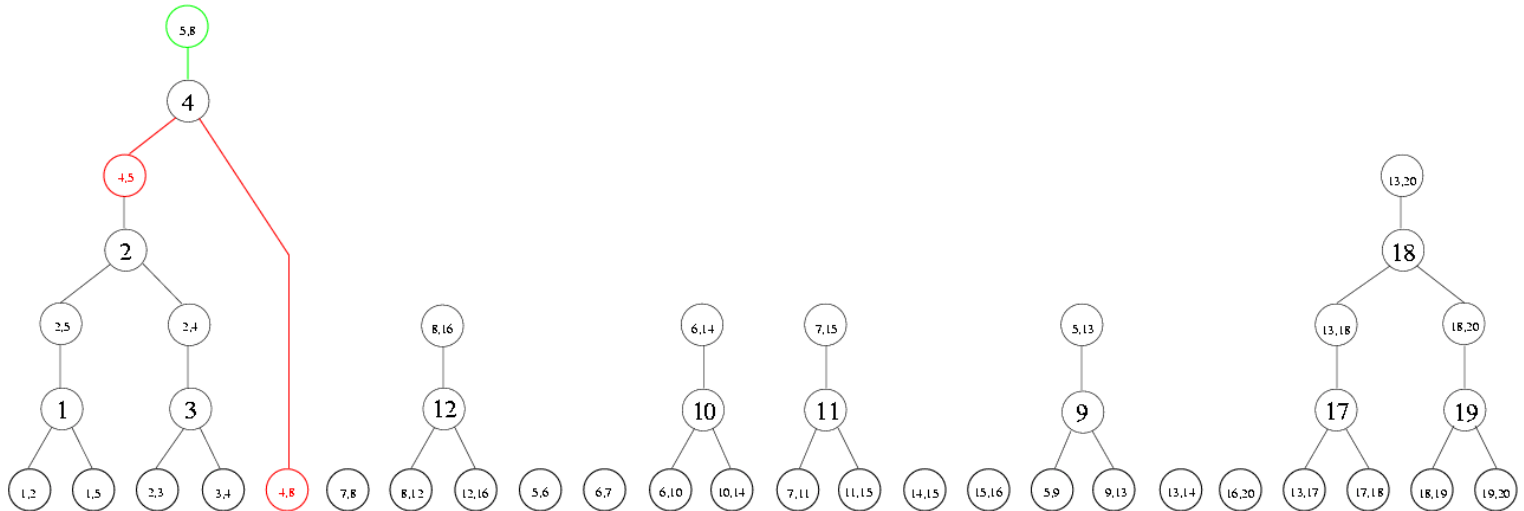
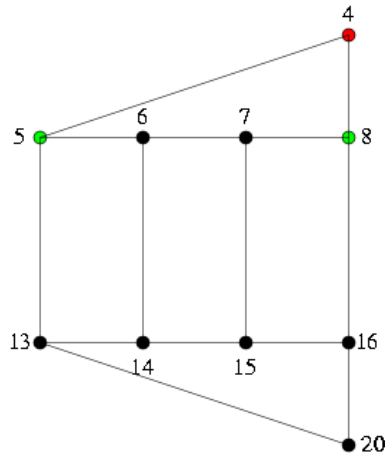
Un Ejemplo Completo





# Agrupamiento: Eliminando el nodo 4

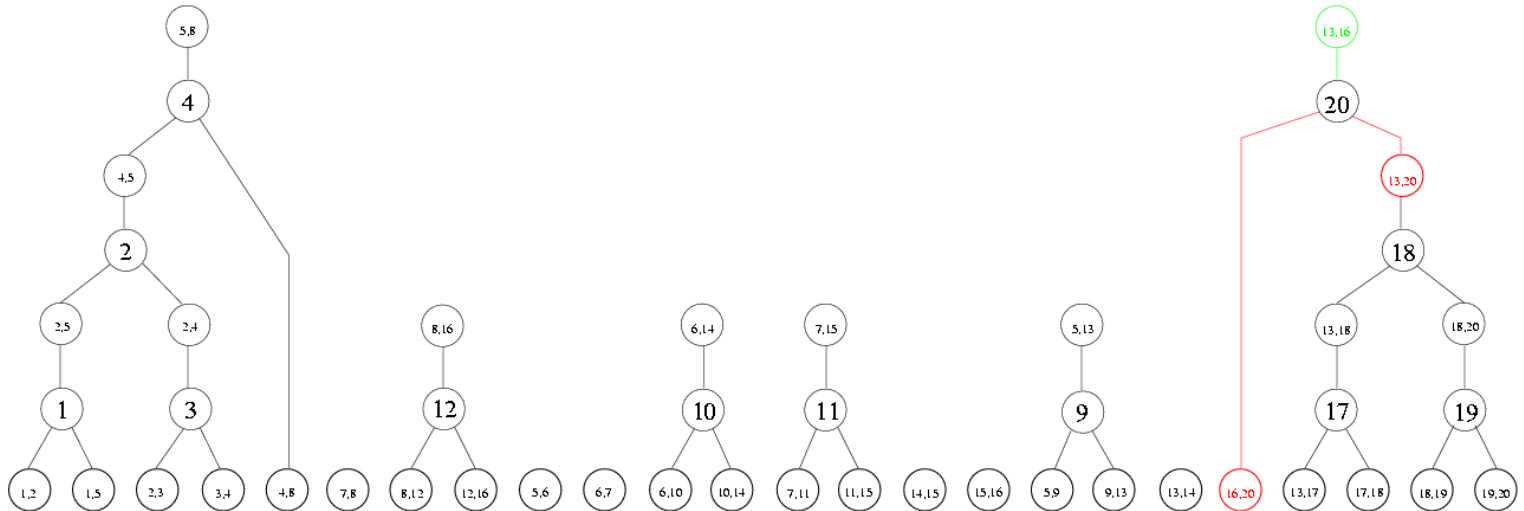
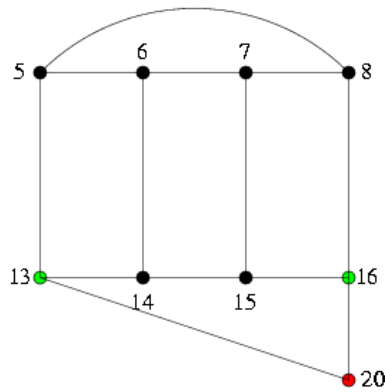
Un Ejemplo Completo





# Agrupamiento: Eliminando el nodo 20

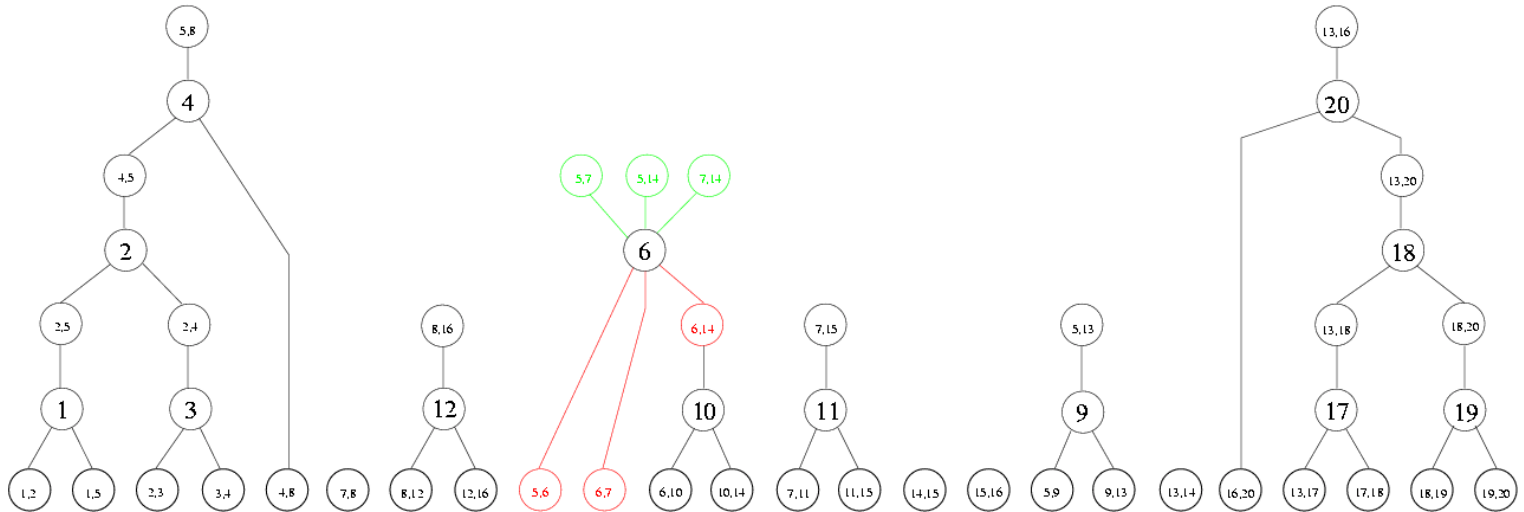
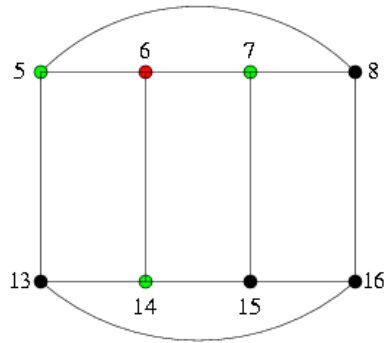
Un Ejemplo Completo





# Agrupamiento: Eliminando el nodo 6

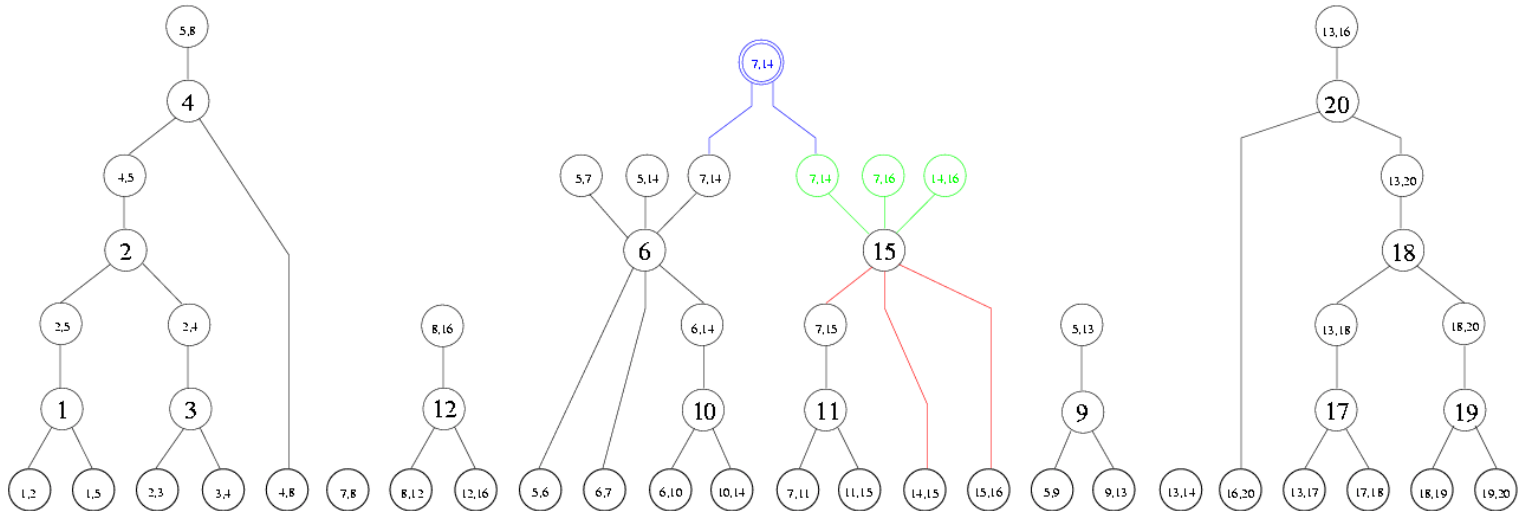
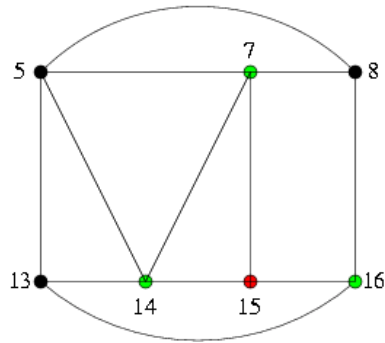
Un Ejemplo Completo





# Agrupamiento: Eliminando el nodo 15

Un Ejemplo Completo

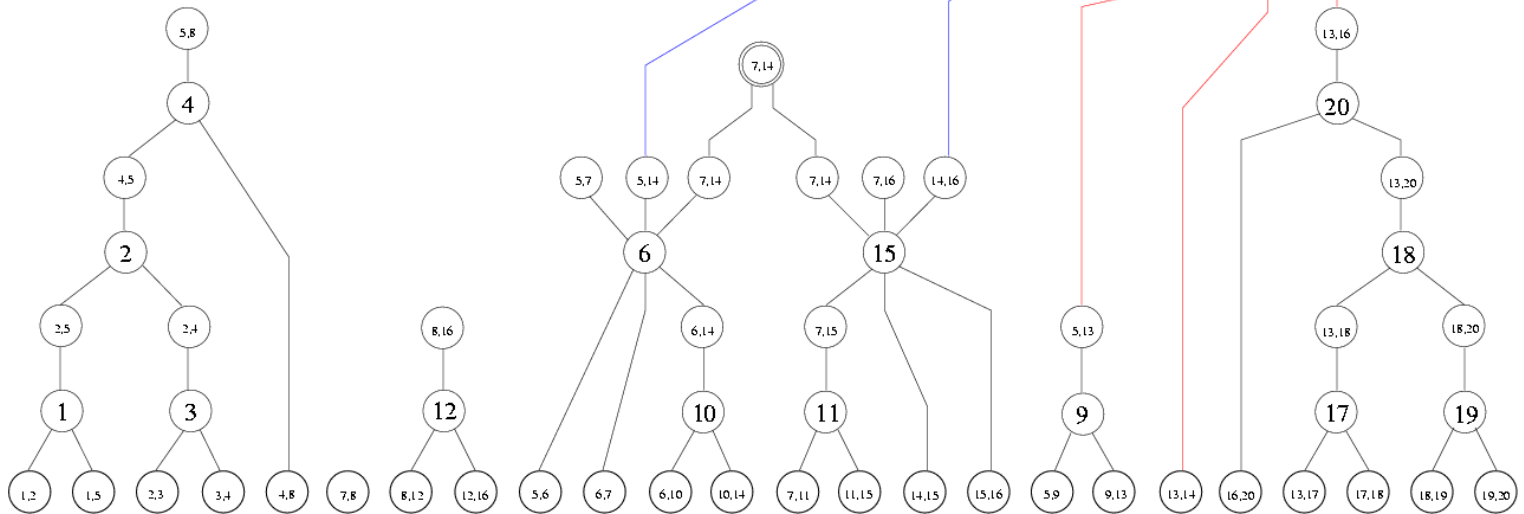
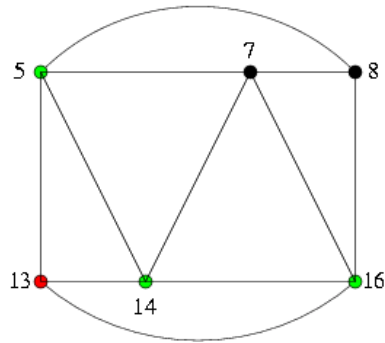






# Agrupamiento: Eliminando el nodo 13

Un Ejemplo Completo



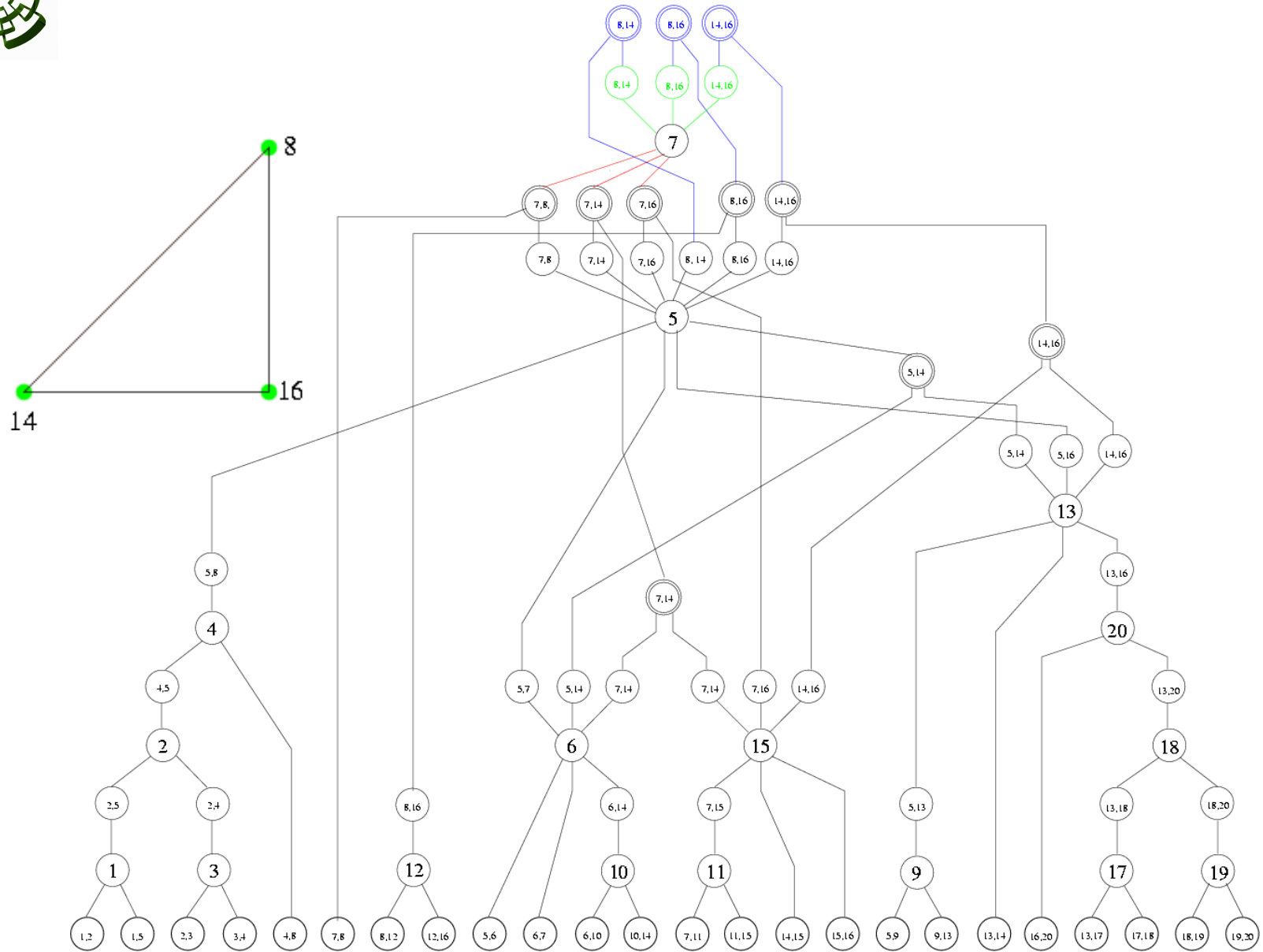






# Finalmente solo queda los nodos activos

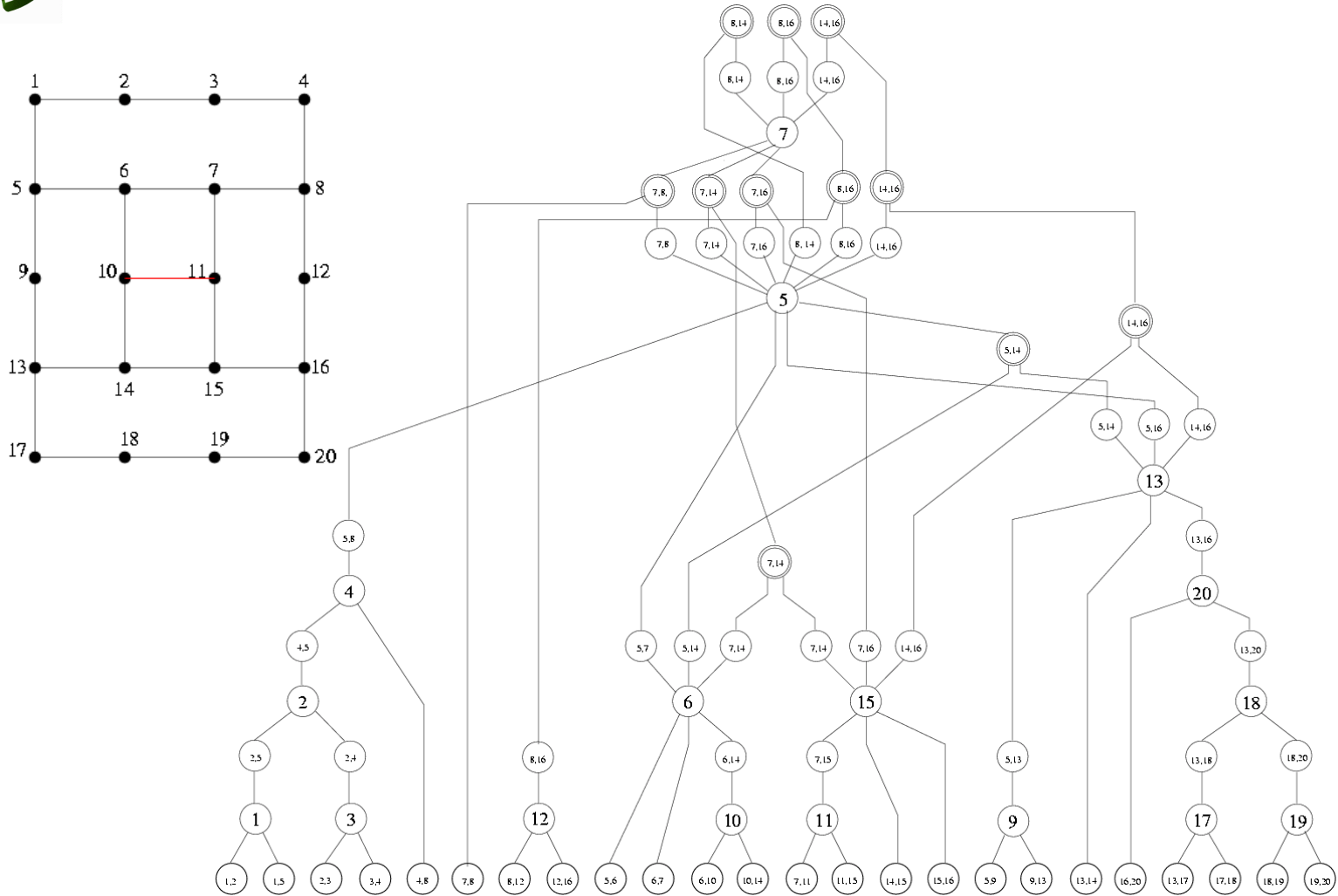
Un Ejemplo Completo





# Reagrupamiento: Insertando el elemento $g_{10-11}$

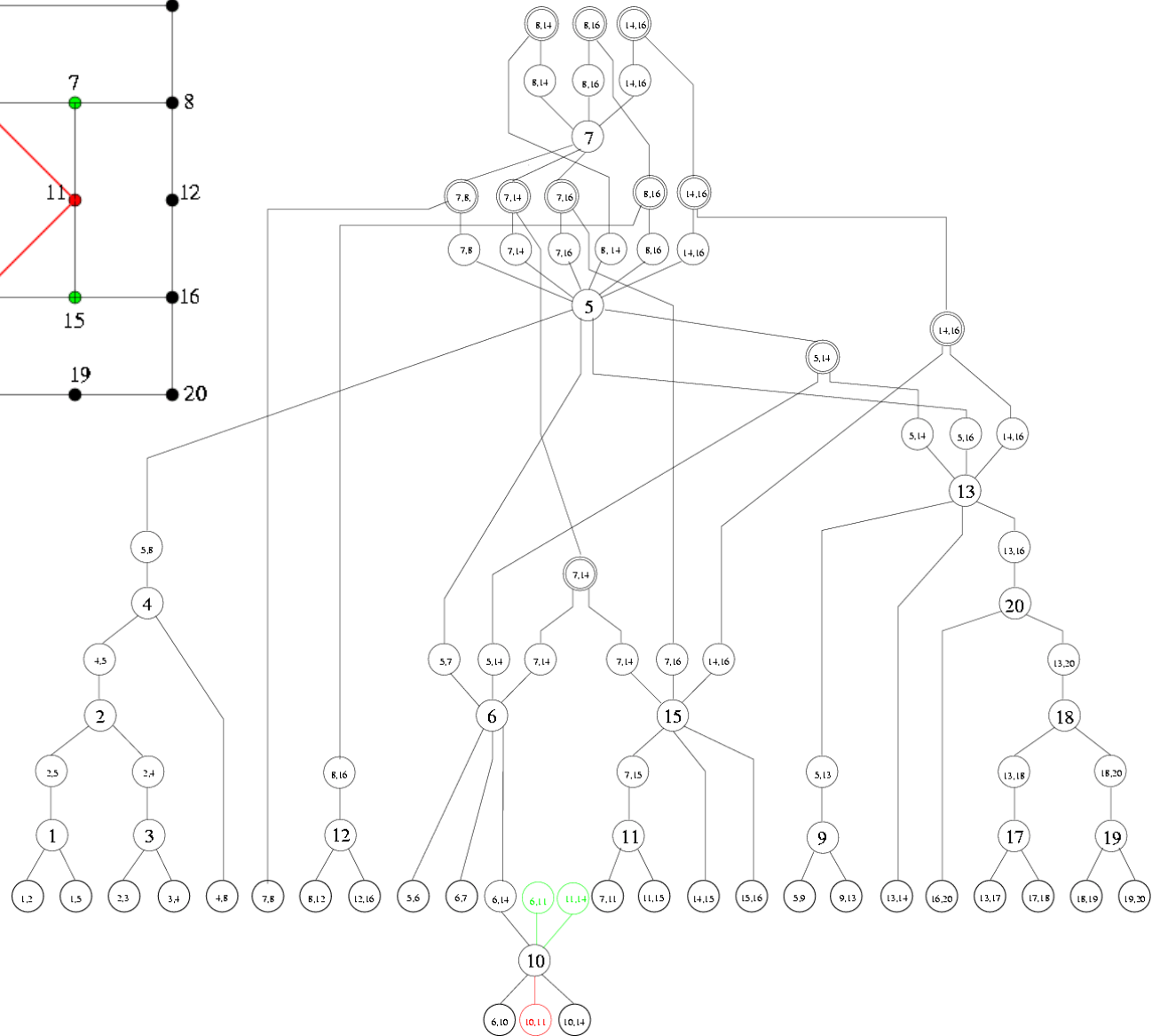
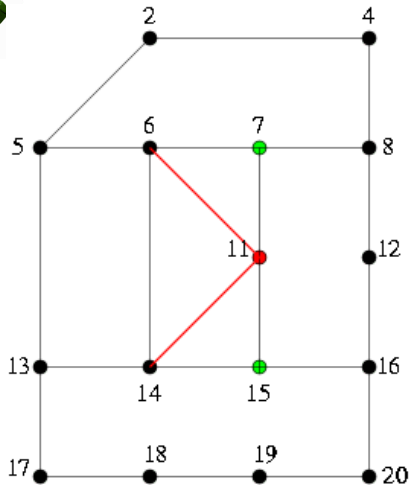
Un Ejemplo Completo



# Reagrupando nodo 10

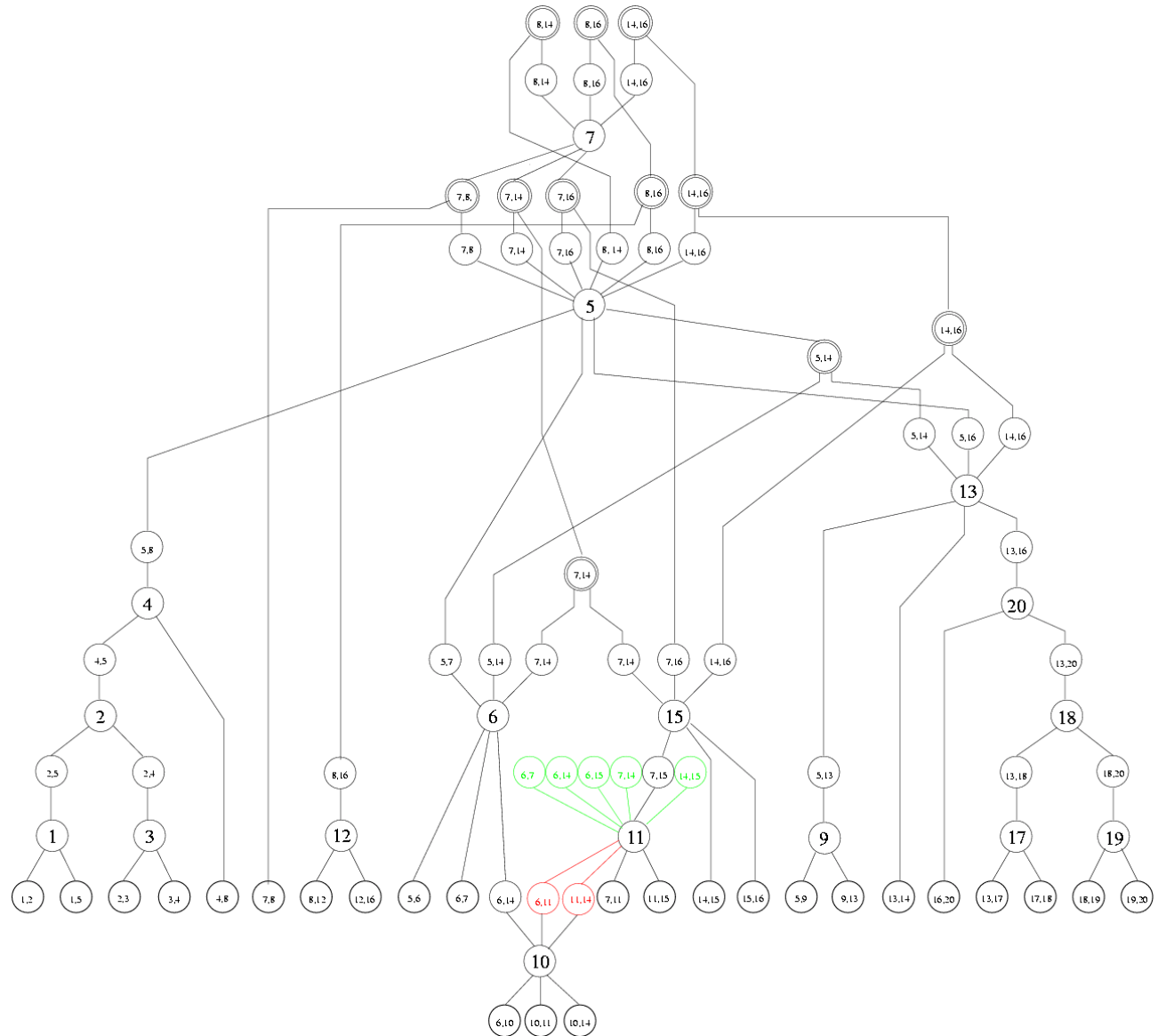


Un Ejemplo Completo



# Reagrupando nodo 11

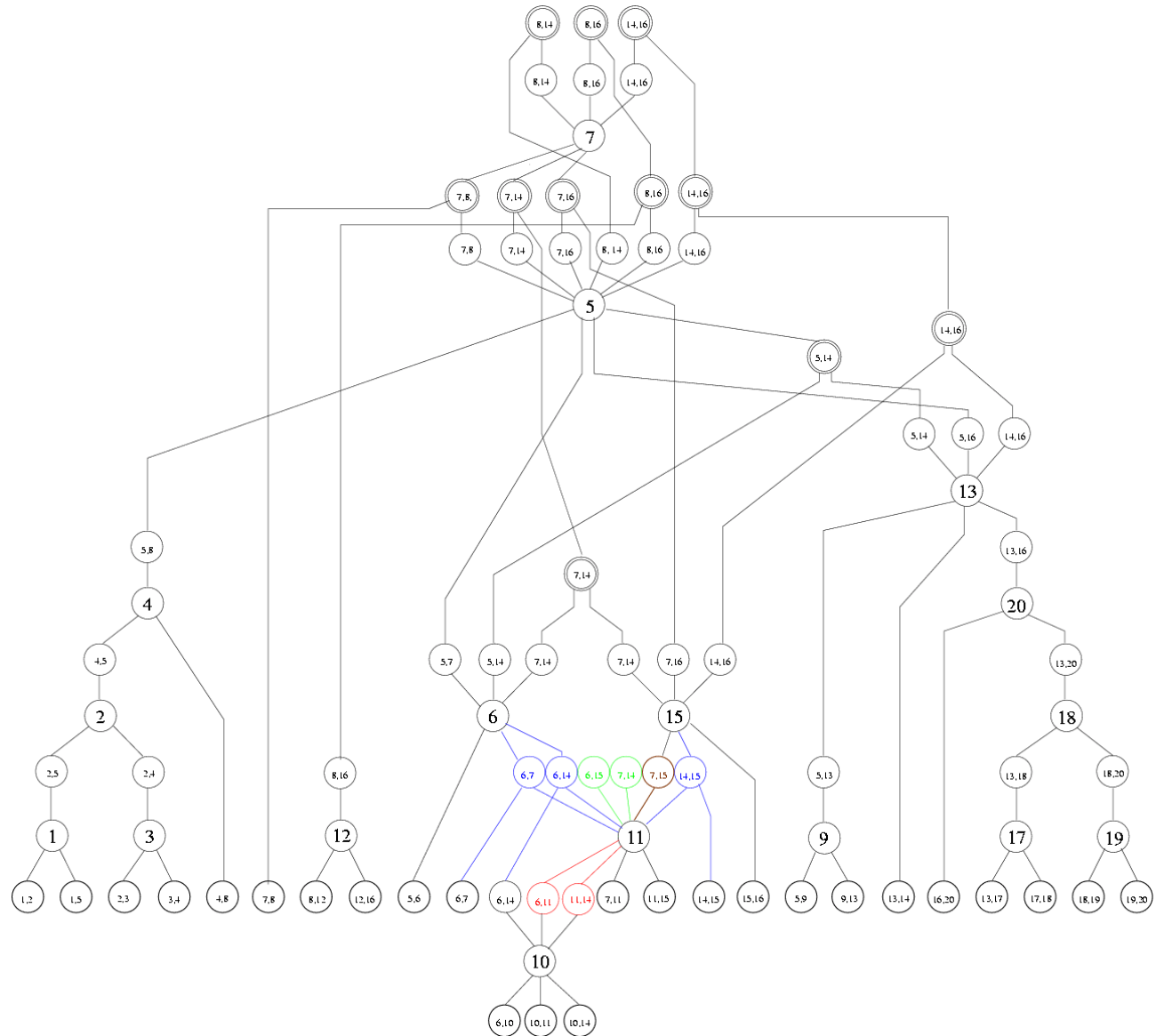
Un Ejemplo Completo





# Reduciendo paralelos debido al nodo 11

Un Ejemplo Completo





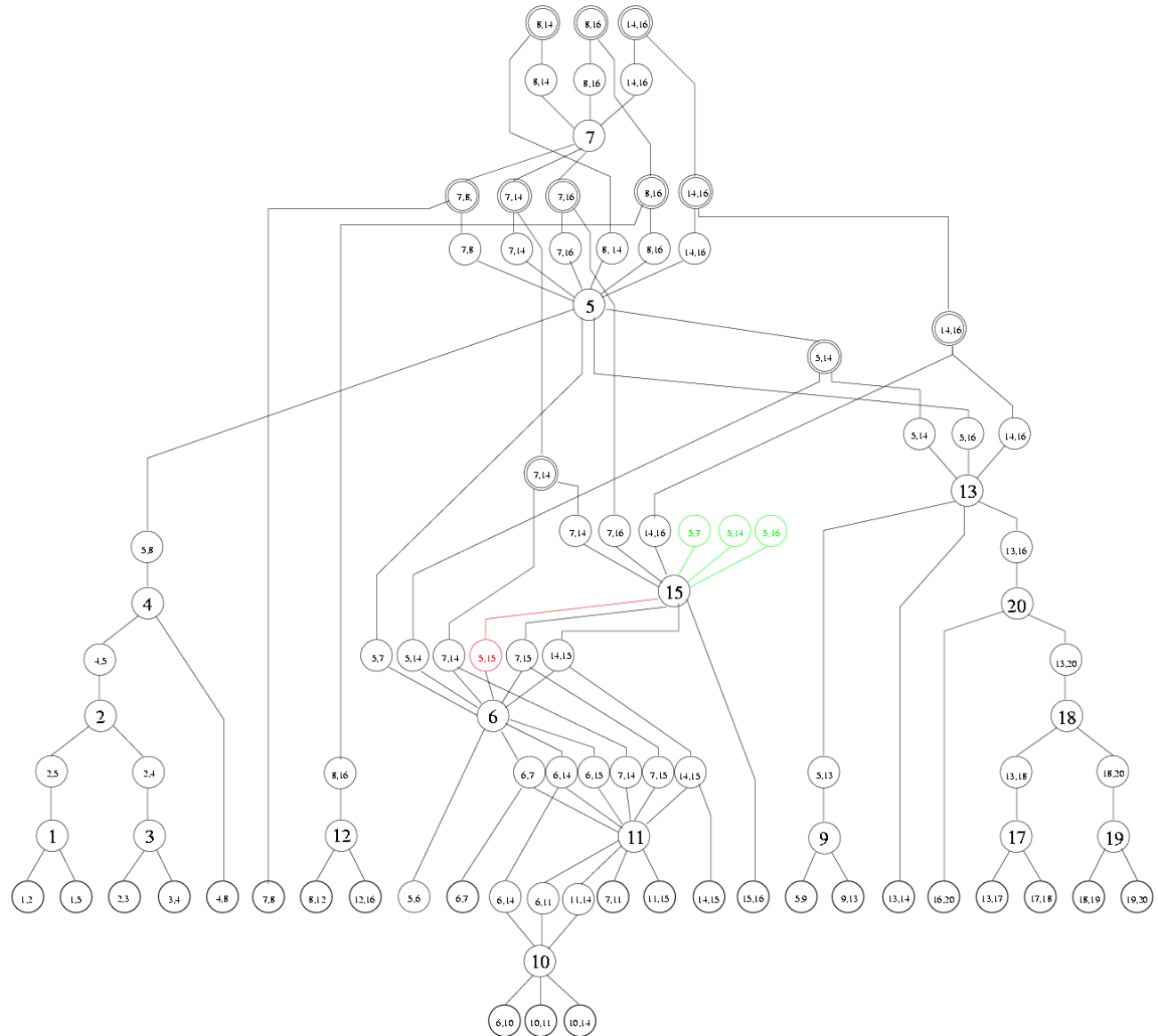






# Reagrupando nodo 15

Un Ejemplo Completo



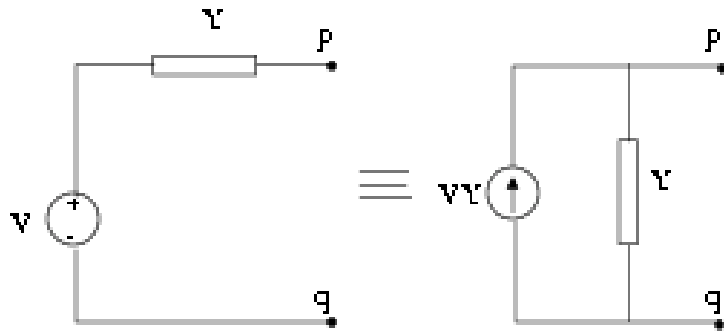




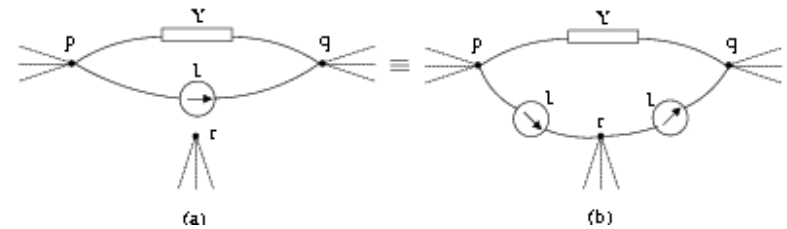
# Eliminación de Nodos

## Herramientas

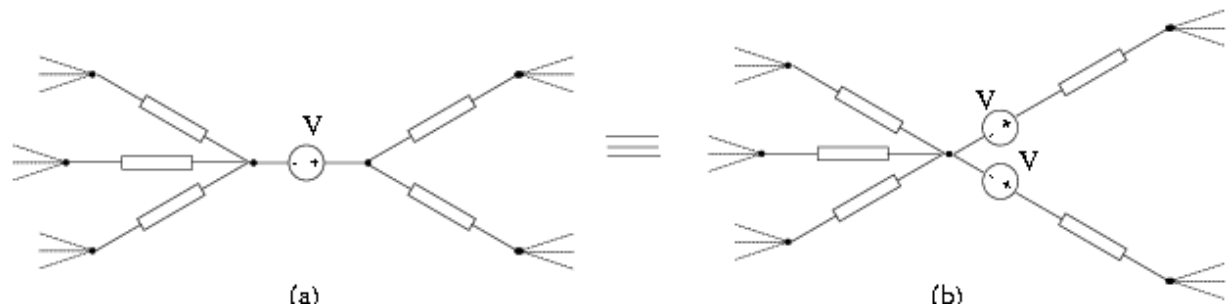
### Thevenin-Norton



### Fuentes de Corriente



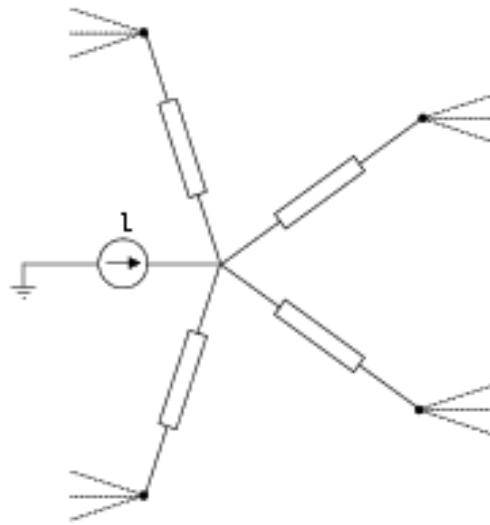
### Fuentes de Voltaje con múltiples ramas



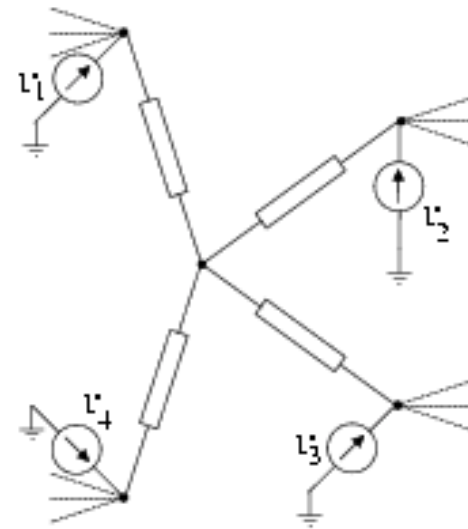


# Eliminación de Nodos

Nodo con fuente de Corriente



(a)

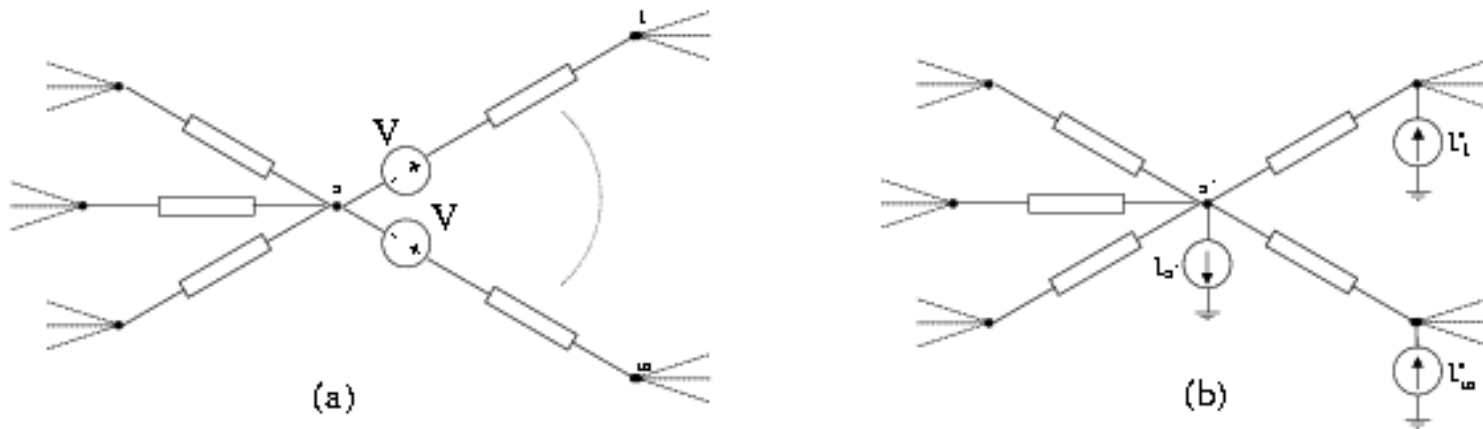
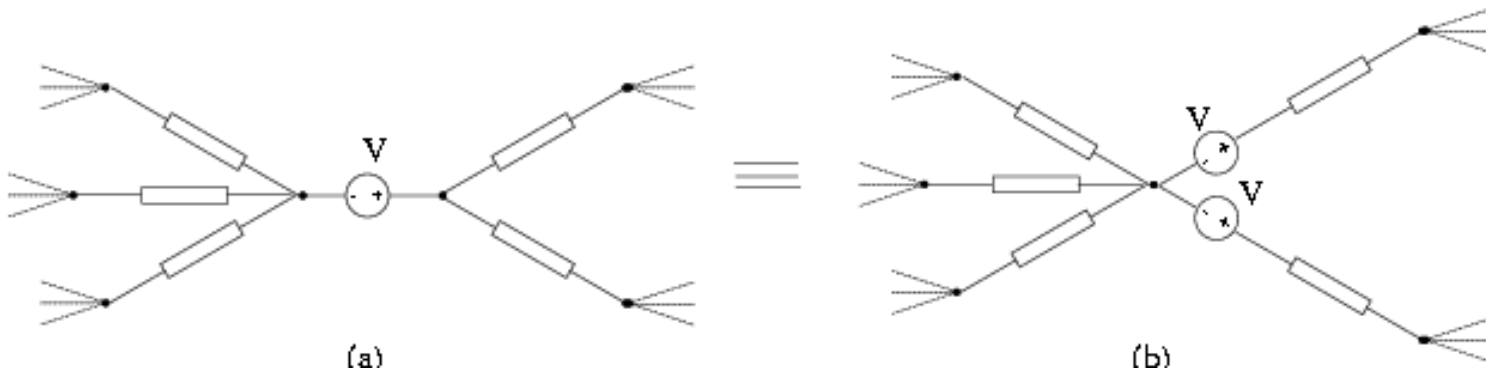


(b)



# Eliminación de Nodos

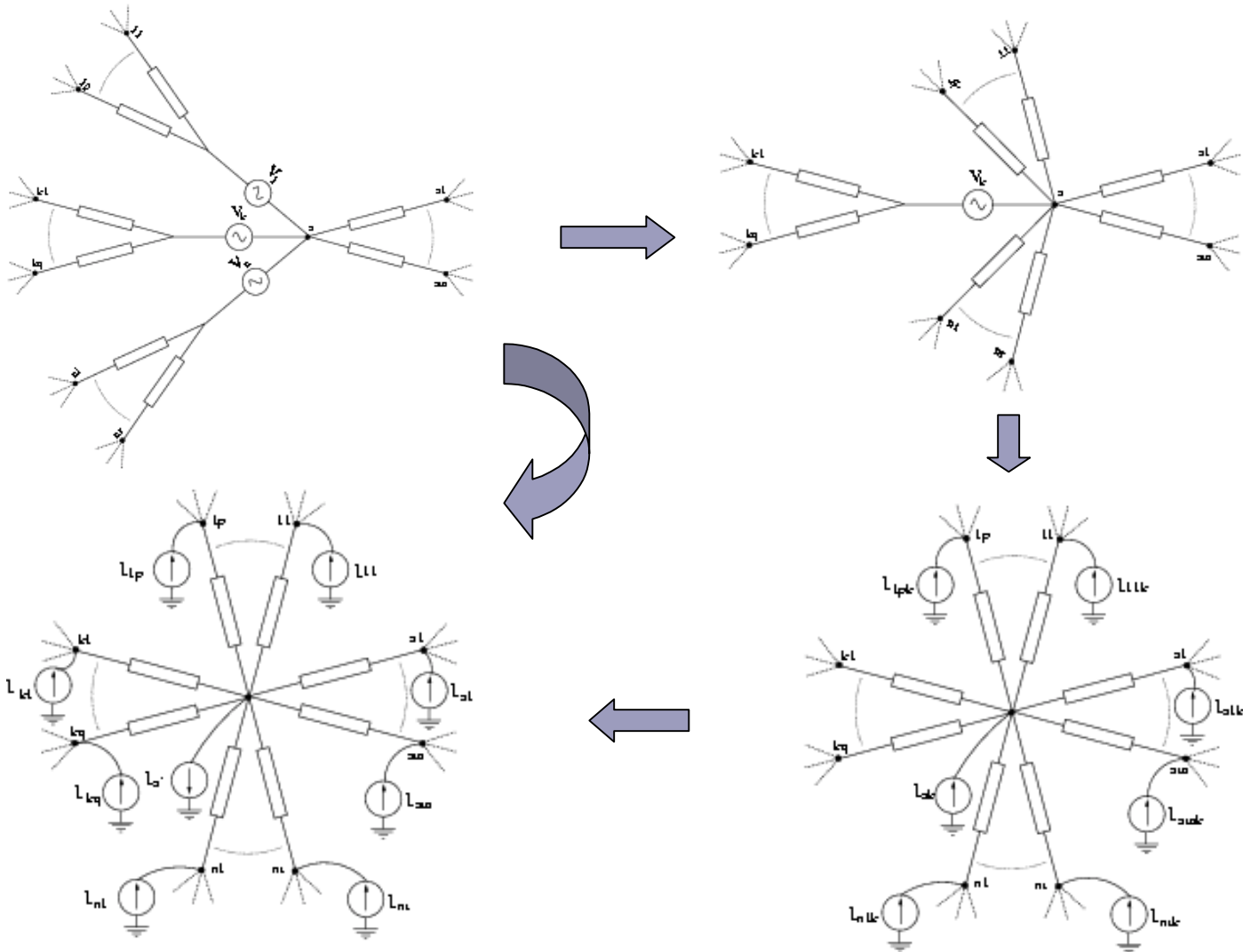
## Nodo con fuente de Voltaje





# Eliminación de Nodos

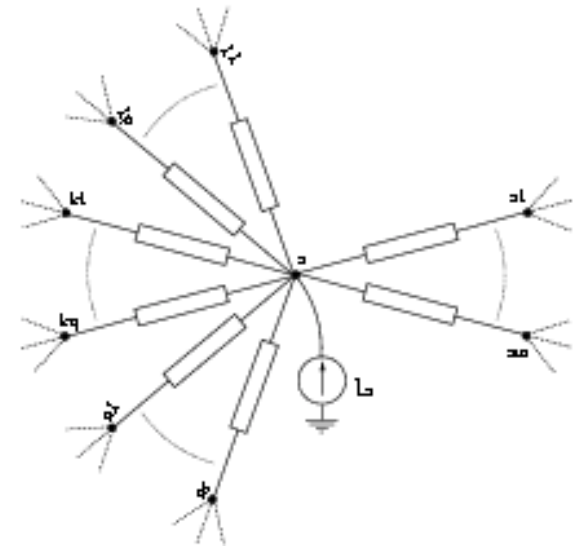
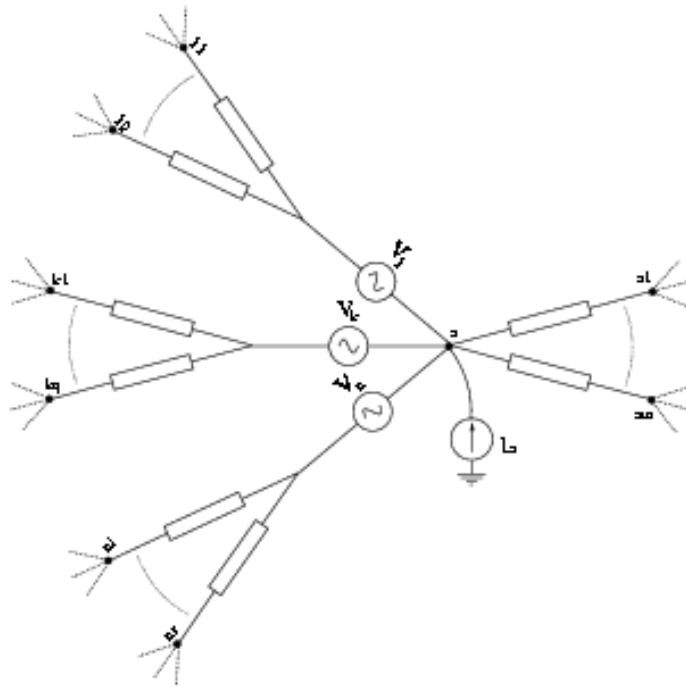
Nodo con múltiples fuentes de Voltaje





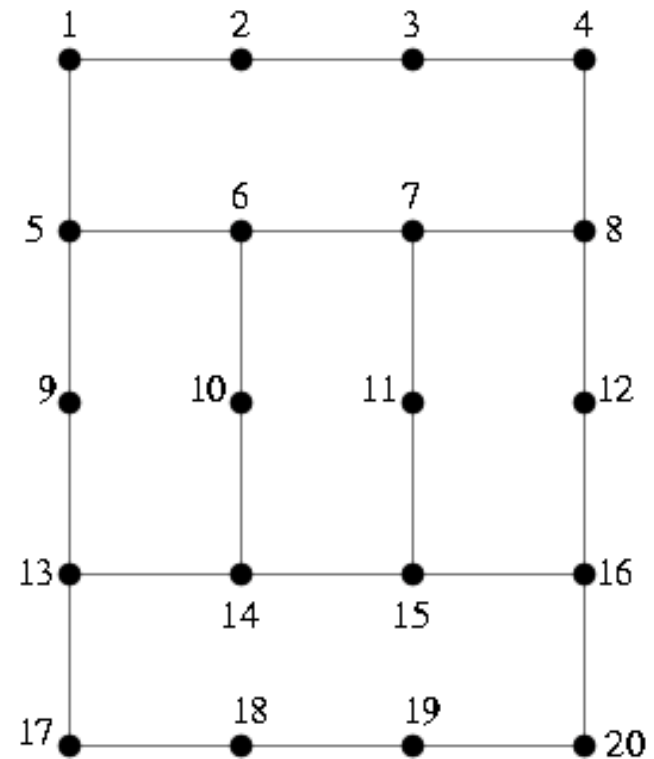
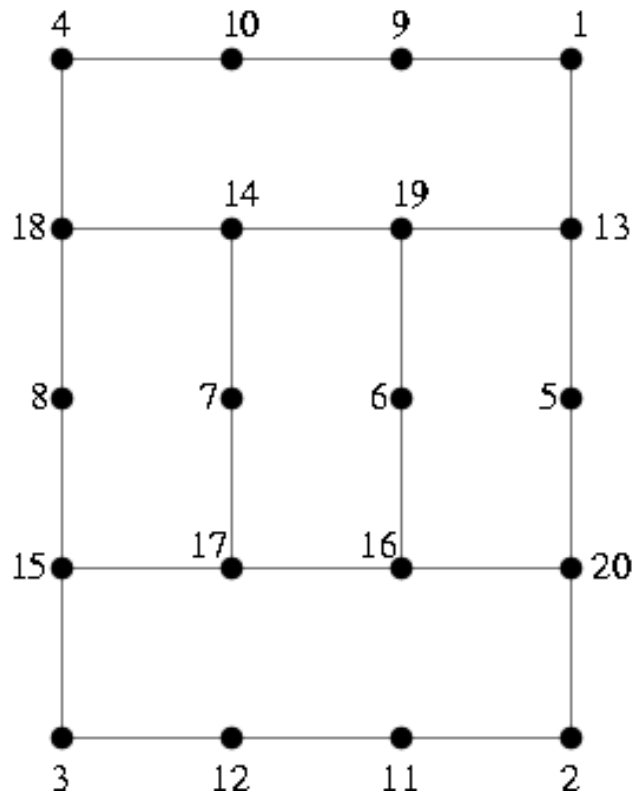
# Eliminación de Nodos

Nodo con múltiples fuente de Voltaje y corriente





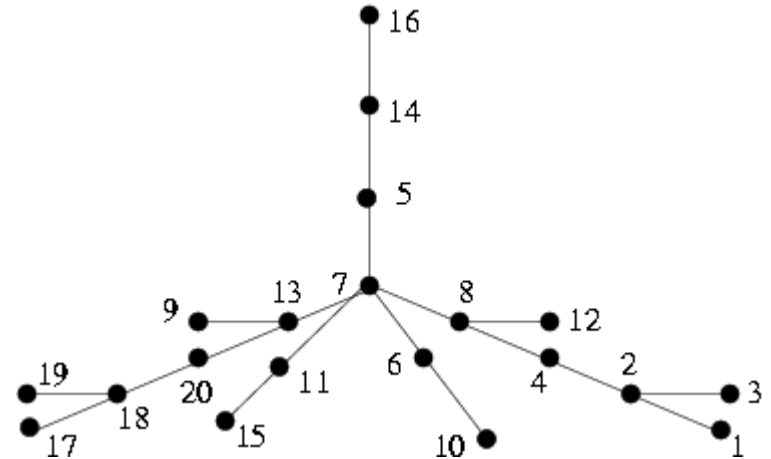
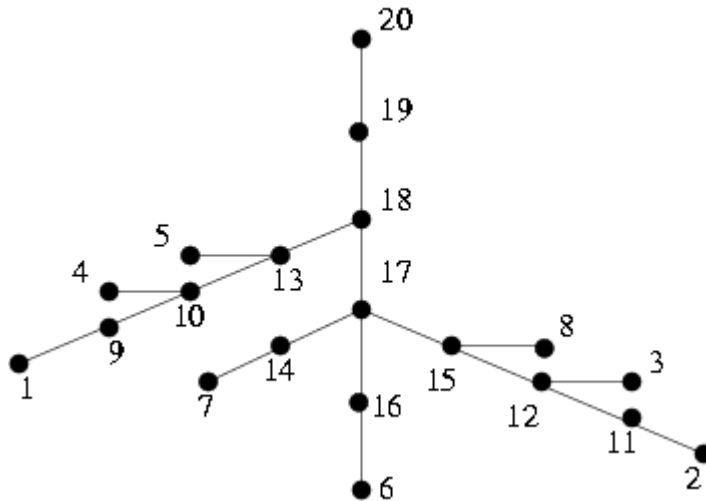
# Algoritmo de Altura "Mínima"







# Algoritmo de Altura "Mínima"





## Conclusiones:

- Metodología Eficiente y más general
- Caso base: Clase rMGSC
- Representación desde cuantitativa pasando por semicuantitativa hasta puramente cualitativa.
- Algoritmo de agrupamiento
- Algoritmo de Propagación de valores
- Puede surgir ambigüedad en circuitos no reducibles serie-paralelo.
- Algoritmo de Reagrupamiento
- Análisis asintótico
- Se propone una metodología de eliminación de nodos para cualquier configuración



## Trabajo Futuro

- Desarrollar un modelo cualitativo mas fino.
- Módulo de explicación.
- Interfaz Gráfica.
- Extender el modelo a fuentes dependientes.
- Desarrollo de algoritmos que exploten el paralelismo inherente de la gráfica.