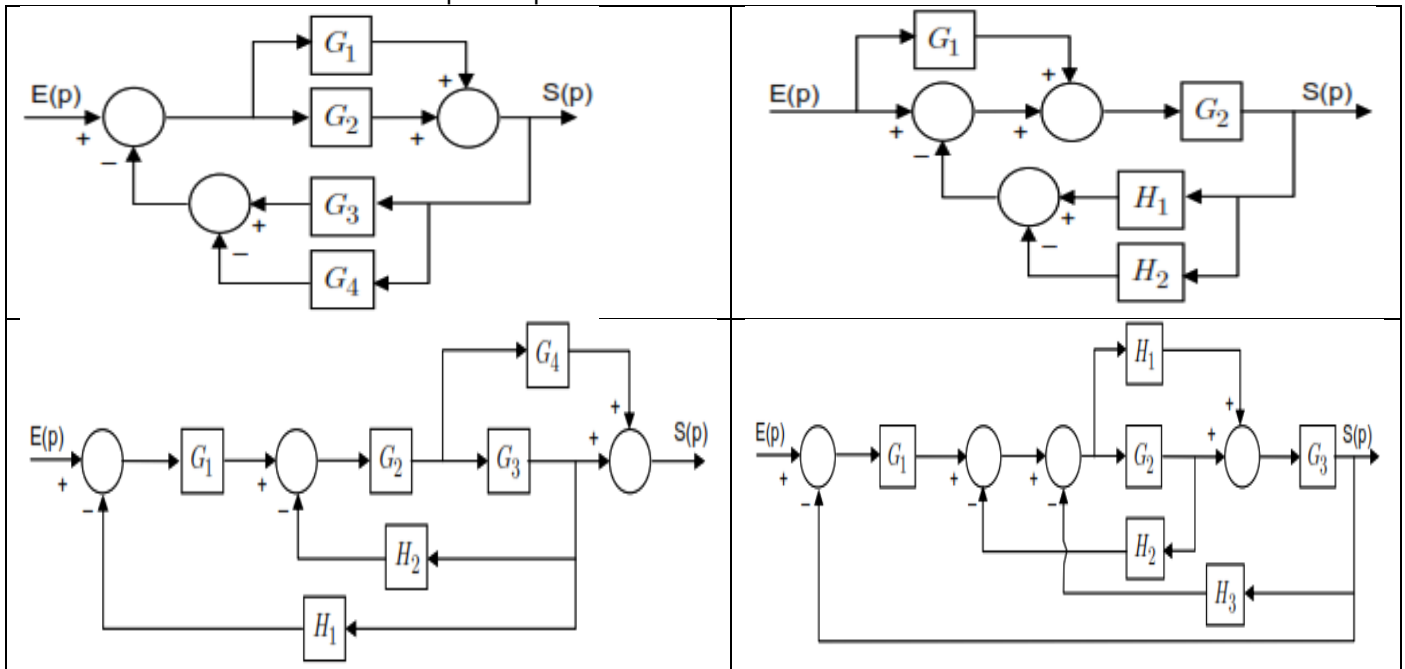
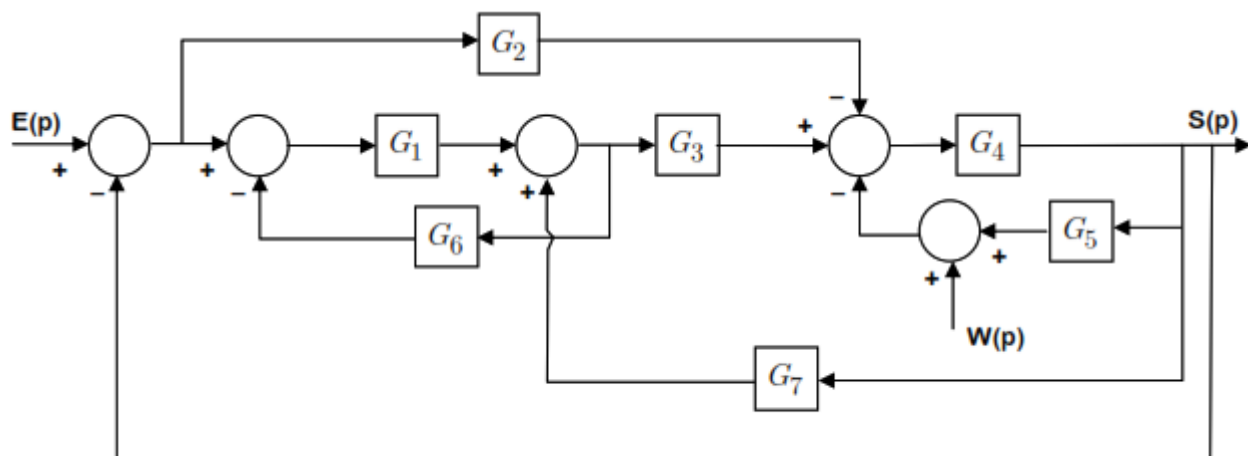


**Exercice N°01 :**

Déterminez les fonctions de transfert par simplifications successives des blocs fonctionnels.

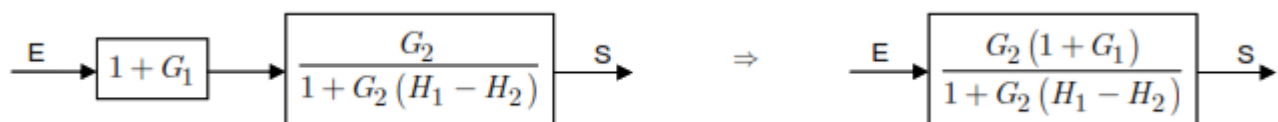
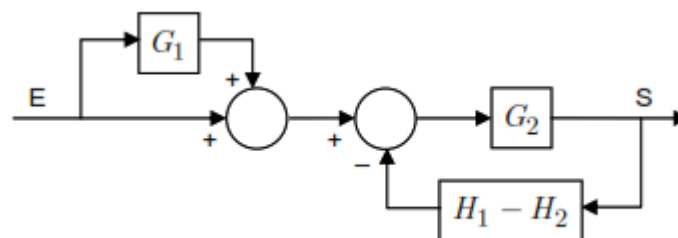
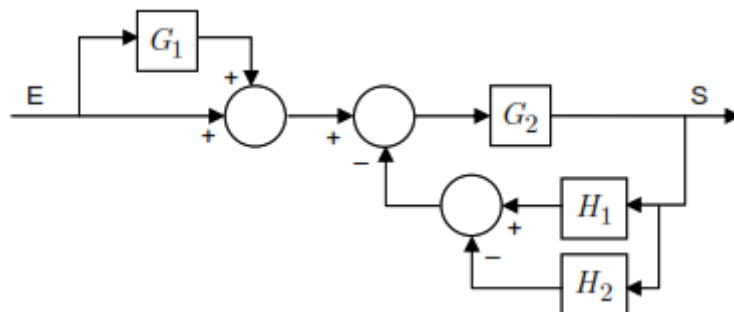
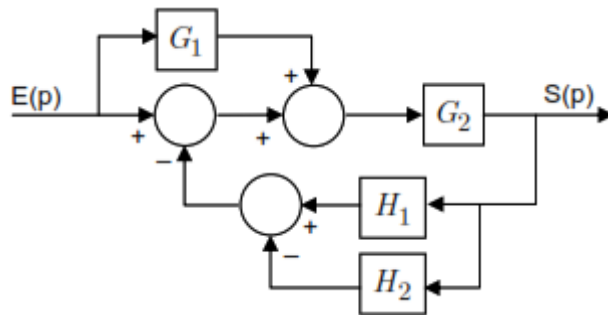
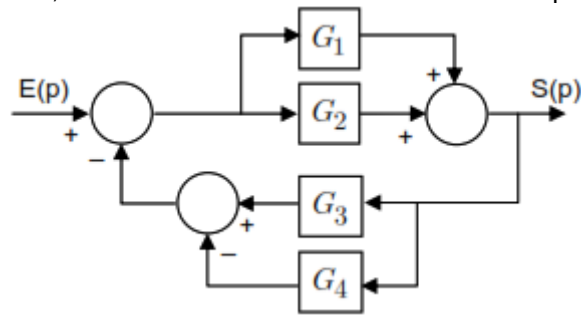
**Exercice N°02 :**

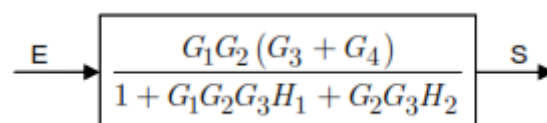
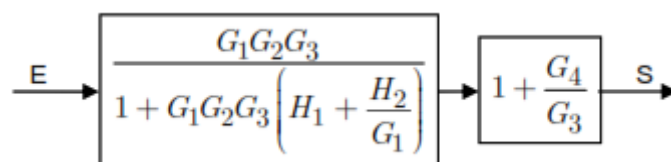
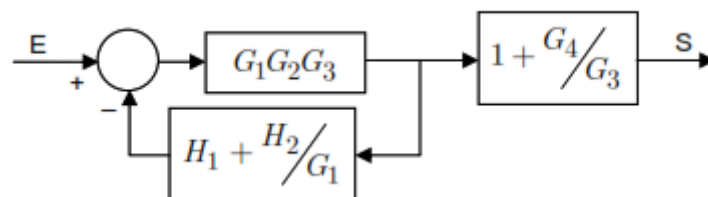
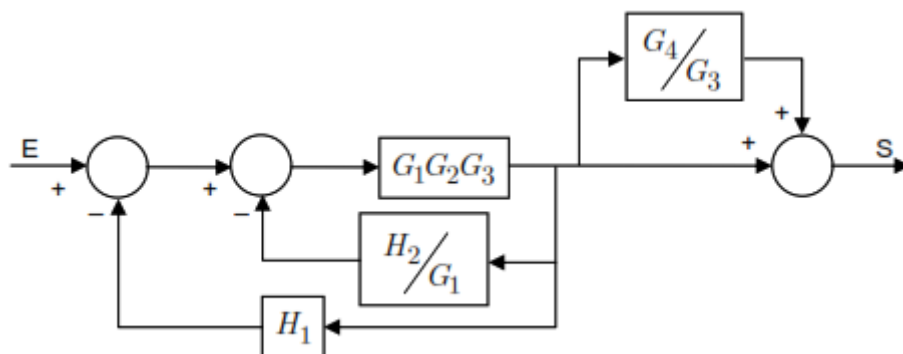
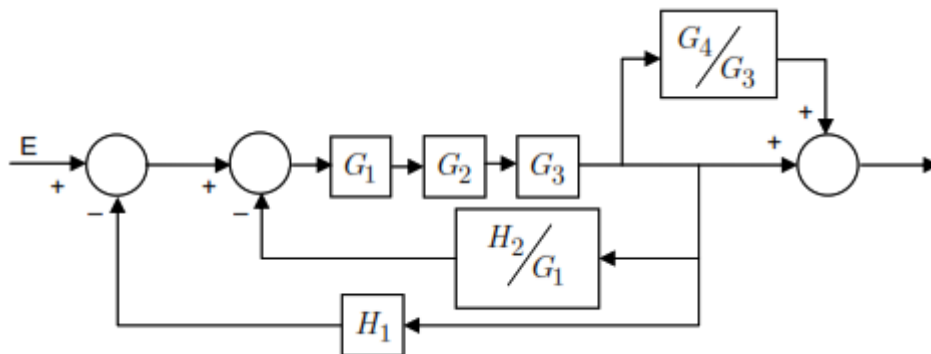
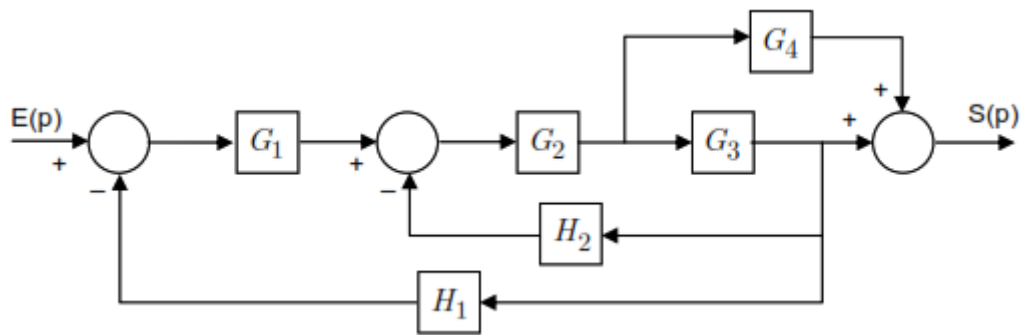
Soit le système suivant à 2 entrées. Trouver la relation  $S(p)$  en fonction de  $E(p)$  et  $W(p)$  :

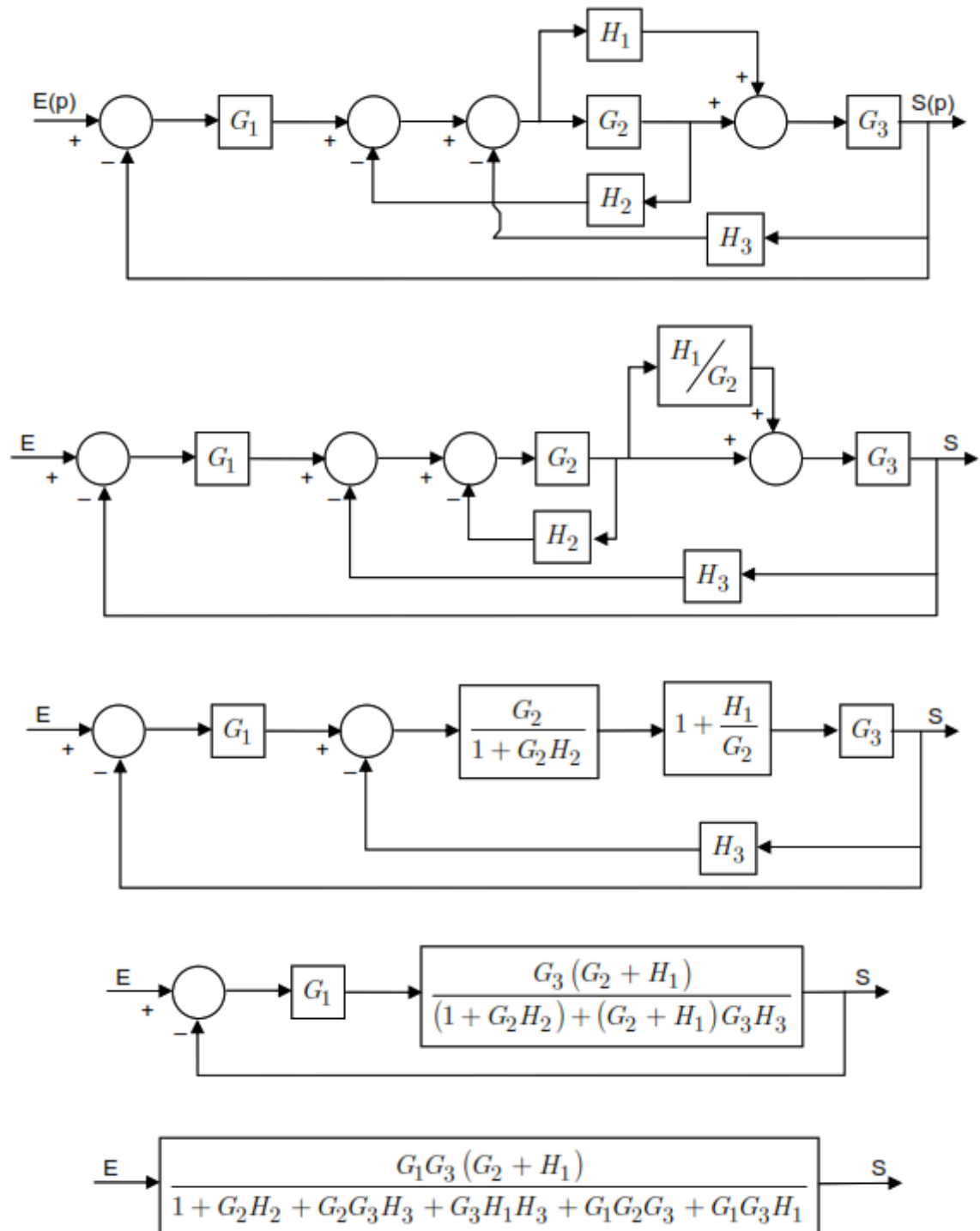


## Exercice N°01 :

Simplification de schémas fonctionnels, et calcul des fonctions de transfert correspondantes :

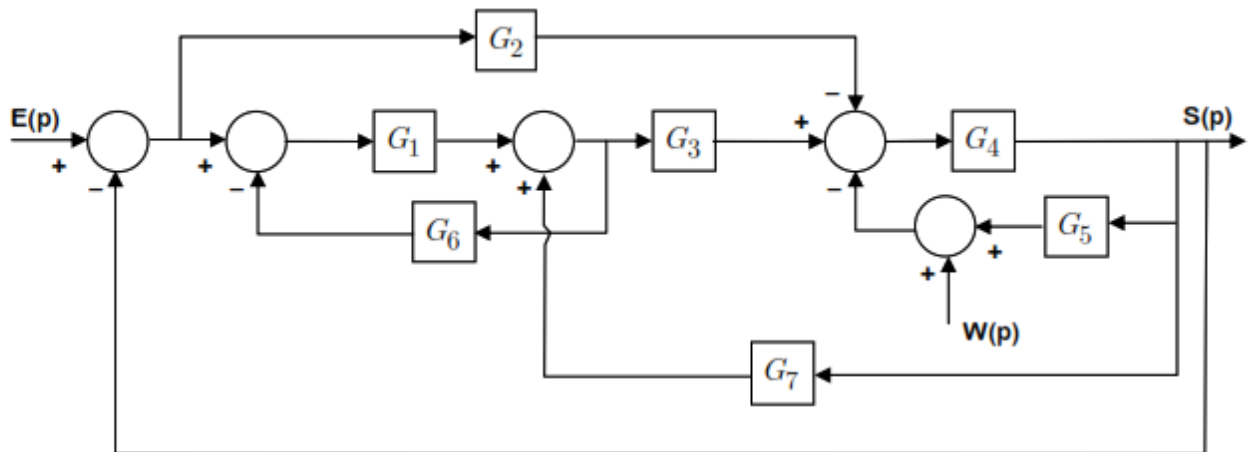






## Exercice N°02 :

Soit le système suivant à 2 entrées. Trouver la relation  $S(p)$  en fonction de  $E(p)$  et  $W(p)$ .



Il s'agit en fait de trouver 2 fonctions de transfert : la première,  $G_{SE}(p)$ , entre l'entrée  $E$  et la sortie  $S$ . La seconde,  $G_{SW}(p)$ , entre l'entrée  $W$  et la sortie  $S$ . Puisque le système est supposé linéaire, lorsque nous calculons  $G_{SE}(p)$ , nous pouvons considérer que l'entrée  $W = 0$ . De même, lorsque nous calculons  $G_{SW}(p)$ , nous pouvons considérer que l'entrée  $E = 0$ . Une fois les 2 fonctions de transfert calculées, la sortie  $S(p)$  due aux 2 entrées  $E(p)$  et  $W(p)$  est donnée par :

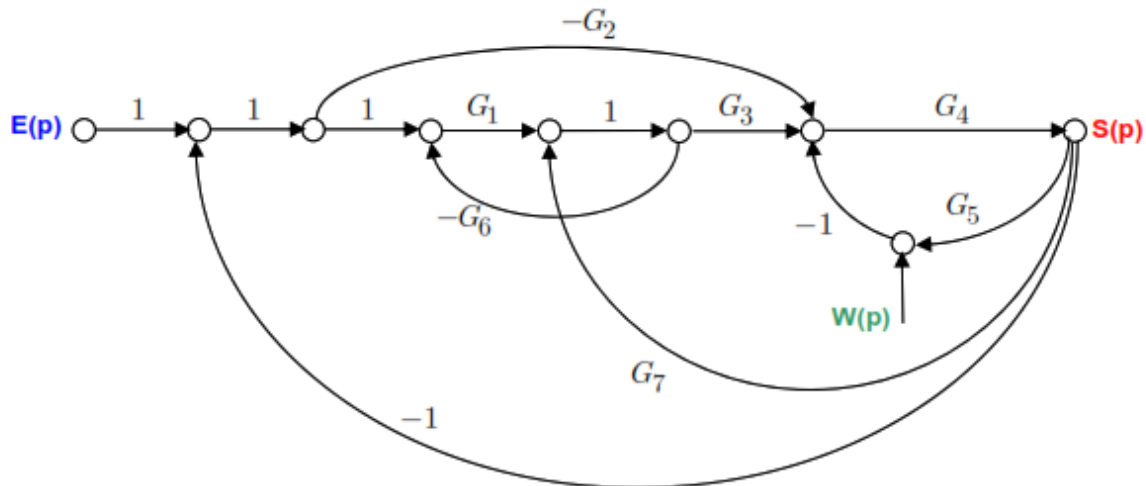
$$S(p) = G_{SE}(p) \cdot E(p) + G_{SW}(p) \cdot W(p)$$

Bien que  $G_{SE}(p)$  et  $G_{SW}(p)$  peuvent être obtenues par manipulation des blocs fonctionnels, ces manipulations ne sont pas simples. De plus, les manipulations utilisées pour le calcul de  $G_{SE}(p)$  ne sont, généralement, pas utilisées pour calculer  $G_{SW}(p)$ . Il est donc requis 2 séries séparées de manipulations.

- 1<sup>ère</sup> méthode : Par simplifications successives des blocs fonctionnels :

Difficile à simplifier à cause des inversions "nœud-comparateur".

- 2<sup>ème</sup> méthode : Par application de la règle de Mason :



- ❖ Déterminons  $\Delta$  (fonction caractéristique). Cette fonction est indépendante des entrées et des sorties considérées :

$$\Delta = 1 - \left( \sum \text{gains de boucles} \right) + \left( \sum \text{produit des gains de toutes les paires possibles de boucles ne se touchant pas} \right) - \left( \sum \text{produit des gains de tous les triplets possibles de boucles ne se touchant pas} \right) + \dots$$

Pour cela :

- Nous commençons par calculer les boucles et leurs gains :  
Les boucles sont des chemins fermés qui peuvent être empruntés sans croiser le même point plus d'une fois.

$$\begin{array}{lll} \text{Boucle 1} = -G_1 G_6 & \text{Boucle 3} = G_3 G_4 G_7 & \text{Boucle 5} = G_2 G_4 \\ \text{Boucle 2} = -G_4 G_5 & \text{Boucle 4} = -G_1 G_3 G_4 & \end{array}$$

- Les boucles 2 à 5 sont des boucles qui se touchent car elles passent toutes par G4.
- Les boucles 1 et 2 ne se touchent pas. Les boucles 1 et 5 non plus.

- Nous pouvons alors définir la fonction caractéristique  $\Delta$  :

$$\begin{aligned} \Delta = 1 & - (-G_1 G_6 - G_4 G_5 + G_3 G_4 G_7 - G_1 G_3 G_4 + G_2 G_4) \\ & + [(-G_1 G_6)(-G_4 G_5) + (-G_1 G_6)(G_2 G_4)] \\ & - () \\ & + () \dots \end{aligned}$$

$$\Delta = 1 + G_1 G_6 + G_4 G_5 - G_3 G_4 G_7 + G_1 G_3 G_4 - G_2 G_4 + G_1 G_4 G_5 G_6 - G_1 G_2 G_4 G_6$$

- ❖ Calculons maintenant les chaînes directes et leurs gains. Les chaînes directes sont les chemins parcourus d'une entrée vers une sortie. Elles dépendent donc de l'entrée considérée :

(  $M_{Ei}$  avec  $i$  = entier représentant le nombre de chaînes directes du système entre l'entrée E et la sortie S).

(  $M_{Wj}$  avec  $j$  = entier représentant le nombre de chaînes directes du système entre l'entrée W et la sortie S).

$$\text{De E(p) vers S(p) : } \begin{cases} M_{E1} = G_1 G_3 G_4 \\ M_{E2} = -G_2 G_4 \end{cases}$$

$$\text{De W(p) vers S(p) : } \begin{cases} M_{W1} = -G_4 \end{cases}$$

- ❖ Trouvons les  $\Delta_{Ei}$  :

$\Delta_{Ei} = 1$  - (les boucles restant après élimination de la chaîne i). Si aucune restante alors  $\Delta_{Ei} = 1$ .

Si nous éliminons le chemin  $M_{E1} = G_1 G_3 G_4$  du système, il ne reste plus de boucle complète.

Alors :  $\Delta_{E1} = 1$ .

Si nous éliminons le chemin  $M_{E2} = -G_2 G_4$  du système, il reste la boucle n°1 =  $-G_1 G_6$  complète.

Alors :  $\Delta_{E2} = 1 - (-G_1 G_6) = 1 + G_1 G_6$ .

❖  $G_{SE}(p)$  est alors égale à :

$$G_{SE}(p) = \frac{S(p)}{E(p)} = \frac{\sum_i M_{Ei} \Delta_{Ei}}{\Delta}$$

$$G_{SE}(p) = \frac{G_1 G_3 G_4 - G_2 G_4 (1 + G_1 G_6)}{1 + G_1 G_6 + G_4 G_5 - G_3 G_4 G_7 + G_1 G_3 G_4 - G_2 G_4 + G_1 G_4 G_5 G_6 - G_1 G_2 G_4 G_6}$$

- ❖ Trouvons les  $\Delta_{Wj}$  :

$\Delta_{Wj} = 1$  - (les boucles restant après élimination de la chaîne j). Si aucune restante alors  $\Delta_{Wj} = 1$ .

Si nous éliminons le chemin  $M_{W1} = -G_4$  du système, , il reste la boucle n°1 =  $-G_1 G_6$  complète.

Alors :  $\Delta_{W1} = 1 - (-G_1 G_6) = 1 + G_1 G_6$ .

❖  $G_{SW}(p)$  est alors égale à :

$$G_{SW}(p) = \frac{S(p)}{W(p)} = \frac{\sum_j M_{Wj} \Delta_{Wj}}{\Delta}$$

$$G_{SW}(p) = \frac{-G_4 (1 + G_1 G_6)}{1 + G_1 G_6 + G_4 G_5 - G_3 G_4 G_7 + G_1 G_3 G_4 - G_2 G_4 + G_1 G_4 G_5 G_6 - G_1 G_2 G_4 G_6}$$

- ❖ Finalement :

$$S(p) = G_{SE}(p).E(p) + G_{SW}(p).W(p)$$

$$S(p) = \frac{[G_1 G_3 G_4 - G_2 G_4 (1 + G_1 G_6)] E(p) - [G_4 (1 + G_1 G_6)] W(p)}{1 + G_1 G_6 + G_4 G_5 - G_3 G_4 G_7 + G_1 G_3 G_4 - G_2 G_4 + G_1 G_4 G_5 G_6 - G_1 G_2 G_4 G_6}$$