

## Symbols

### Sets

Name	Domains	Description
pe	pe	periodos
st, st2	st	estados
gt	gt	grupos termico
gh, gh2	gh	grupos hidraulico
em	em	empresas
amv	amv	agentes marginalistas de venta
amc	amc	agentes marginalistas de compra
nd, nd2	nd	nodos
d_st1	*	caracteristicas de los estados
d_em1	*	cuotas minimas de produccion de las empresa
d_gt1	*	caracteristicas de los grupos termicos
d_gt2	*	costes de los grupos termicos
d_gt3	*	energia maxima y minima de los grupos termicos
d_gh1	*	caracteristicas de los grupos hidraulicos

### Parameters

Name	Domains	Description
OPT_DEM		
OPT_EQUI		
OPT_RED		
DUR_PS	pe, st	Duracion de los estados
TRAN_PSS	pe, st, st2	Transicion entre estado st y st2
CARAC_PS	pe, st, d_st1	Caracteristicas de los estados
RED_REAC	nd, nd2	Reactancia de la linea entre los nodos nd y nd2
EM_THETA_PS	em, pe, st	Variacion conjetural del precio del sistema respecto a la produccion de la empresa en el periodo y estado
EM_CBILPOT_PS	em, pe, st	Potencia de los contratos bilaterales de la empresa en el periodo y estado
EM_CDIFPOT_PS	em, pe, st	Potencia de los contratos por diferencias de la empresa en el periodo y estado
EM_CUOTA	em, d_em1	Cuota minima de produccion de la empresa
GT_CARAC	gt, d_gt1	Caracteristicas del grupo termico
GT_COSTOS	gt, d_gt2	Costos del grupo termico
GT_CVAR_P	gt, pe	Costo variable del grupo termico por periodo
GT_COEFDISP_P	gt, pe	Coefficiente de disponibilidad del grupo termico por periodo
GT_EMAX_P	gt, pe	Energia maxima que debe producir el grupo por periodo

Name	Domains	Description
GT_EMIN_P	gt, pe	Energia minima que debe producir el grupo por periodo
GT_ENER	gt, d_gt3	Energia maxima y minima que debe producir el grupo a lo largo de todo el horizonte
GT_PERT_EM	gt, em	Pertencia del grupo termico a la empresa
GT_LOCA_ND	gt, nd	Localizacion del grupo (1 si esta en el nodo nd 0 en otro caso)
GH_CARAC	gh, d_gh1	Caracteristicas del grupo termico
GH_APOR_P	gh, pe	Aportaciones hidricas del grupo hidraulico recibidas por periodo
GH_BMAX_P	gh, pe	Potencia maxima de bombeo del grupo hidraulico por periodo
GH_POBLI_P	gh, pe	Produccion minima obligada del grupo hidraulico por periodo
GH_RMAX_P	gh, pe	Reserva maxima del grupo hidraulico por periodo
GH_RMIN_P	gh, pe	Reserva minima del grupo hidraulico por periodo
GH_PERT_EM	gh, em	Pertencia del grupo hidraulico a la empresa
GH_SUP_GH	gh, gh2	Sistemas hidraulicos inmediatamente superiores
GH_LOCA_ND	gh, nd	Localizacion del grupo (1 si esta en el nodo nd 0 en otro caso)
AMV_OFERPCIO_PS	amv, pe, st	Precio de generacion ofertado por el amv por periodo y estado
AMV_OFERPOT_PS	amv, pe, st	Generacion ofertada por el amv por periodo y estado
AMC_OFERPCIO_PS	amc, pe, st	Precio de demanda ofertado por el amc por periodo y estado
AMC_OFERPOT_PS	amc, pe, st	Demanda ofertada por el amc por periodo y estado
AMV_LOCA_ND	amv, nd	Localizacion del agente marginalista (1 si esta en el nodo nd 0 en otro caso)
AMC_LOCA_ND	amc, nd	Localizacion del agente marginalista (1 si esta en el nodo nd 0 en otro caso)
DEM_COSTOENENOSUM		Costo de la energia no suministrada
DEM_ORD_PS	pe, st	Ordenada en el origen de la potencia demandada en el periodo y estado
DEM_PEN_PS	pe, st	Pendiente de la potencia demandada en el periodo y estado
DEM_ORD_NPS	nd, pe, st	Ordenada en el origen de la potencia demandada en el periodo y estado por nodo
DEM_PEN_NPS	nd, pe, st	Pendiente de la potencia demandada en el periodo y estado por nodo

## Variables

Name	Domains	Description
C_FO_TOT		Costo total
C_FO_CARR		Costos totales de arranque
C_FO_CPAR		Costos totales de parada
C_FO_CVACIO		Costos totales de vacio
C_FO_CVAR		Costos totales variables
C_FO_AM		Ingresos y costos totales de los agentes marginalistas
C_FO_CENS		Costo total de la energia no suministrada
EM_POT_PS	em, pe, st	Potencia producida por la empresa en el periodo y estado
GT_POT_PS	gt, pe, st	Potencia producida por el grupo termico en el periodo y estado
GT_ARR_PSS	gt, pe, st, st2	Decision de arranque del grupo termico del estado st al estado st2
GT_PAR_PSS	gt, pe, st, st2	Decision de parada del grupo termico del estado st al estado st2
GT_ARR_P	gt, pe	Decision de arranque del grupo termico al inicio del periodo
GT_PAR_P	gt, pe	Decision de parada del grupo termico al inicio del periodo
GT_ACO_PS	gt, pe, st	Estado de acoplamiento del grupo en periodo y estado
GH_POT_PS	gh, pe, st	Potencia turbinada por el grupo hidraulico en el periodo y estado
GH_BOM_PS	gh, pe, st	Potencia bombeada por el grupo hidraulico en el periodo y estado
GH_VE_P	gh, pe	Energia vertida por el grupo hidraulico en el p
GH_RES_P	gh, pe	Reservas del grupo hidraulico al final del p
GH_EQULP	gh, pe	Equivalente de la energia total del grupo hidraulico
AMV_POT_PS	amv, pe, st	Potencia de generacion aceptada a un amv en el periodo y estado
AMC_POT_PS	amc, pe, st	Demanda aceptada a un amc en el periodo y estado
DEM_PS	pe, st	Demanda de potencia en el periodo y estado
DNS_PS	pe, st	Potencia no suministrada por periodo y estado
DEM_NPS	nd, pe, st	Demanda de potencia en el periodo y estado por nodo
DEM_CBILPOT_NPS	nd, pe, st	Potencia de los contratos bilaterales en cada nodo
DNS_NPS	nd, pe, st	Potencia no suministrada por periodo y estado por nodo
RED_ANG	nd, pe, st	Angulo en el nodo por periodo y estado

Name	Domains	Description
RED_FLX	nd, nd2, pe, st	Flujo entre nodos nd y nd2 por periodo y estado

## Equations

Name	Domains	Description
R_FO_TOT		Funcion objetivo
R_FO_CARR		Costos de arranque
R_FO_CPAR		Costos de parada
R_FO_CVACIO		Costos de vacio
R_FO_CVAR		Costos variables
R_FO_AM		Ingresos y costos de los agentes marginalistas
R_FO_CENS		Costo de la energia no suministrada
R_DEM_BALPOT_PS	pe, st	Balance de potencia en cada ps
R_DEM_BALPOT_NPS	nd, pe, st	Balance de potencia en cada ps por nodo
R_DEM_CBILPOT_PS	pe, st	Balance de los contratos bilaterales
R_RED_FLUJO	nd, nd2, pe, st	Flujo entre los nodos nd y nd2
R_EM_CUOTA	em	Restriccion de cuota de la empresa
R_EM_POT_PS	em, pe, st	Potencia de la empresa
R_GT_PMIN_PS	gt, pe, st	Potencia minima del grupo termico
R_GT_PMAX_PS	gt, pe, st	Potencia maxima del grupo termico
R_GT_EMIN_P	gt, pe	Energia minima del grupo termico en el p
R_GT_EMAX_P	gt, pe	Energia maxima del grupo termico en el p
R_GT_ARRPAR_PSS	gt, pe, st, st2	Restriccion de arranque y parada del grupo termico entre estados del p
R_GT_ARRPAR_P	gt, pe	Restriccion de arranque y parada al inicio del p
R_GT_ETMIN	gt	Energia minima total producida por el grupo
R_GT_ETMAX	gt	Energia maxima total producida por el grupo
R_GH_BALHID_P	gh, pe	Balance hidraulico por p
R_GH_EQUI_P	gh, pe	Energia total equivalente del grupo por p
R_GH_PMAX_PS	gh, pe, st	Potencia maxima de turbina del grupo hidraulico
R_GH_BMAX_PS	gh, pe, st	Potencia maxima de bombeo del grupo hidraulico
R_GH_EMIN_P	gh, pe	Energia minima producida por el grupo hidraulico en el p
R_GH_RMIM_P	gh, pe	Reserva minima de los embalses
R_GH_RMAX_P	gh, pe	Reserva maxima de los embalses
R_GH_RFIN_P	gh	Reserva final del embalse al final del horizonte de ejecucion
R_AMV_PMAX_PS	amv, pe, st	Potencia maxima generada por los amv
R_AMC_PMAX_PS	amc, pe, st	Demanda maxima suministrada a los amc

## Equation Definitions

### R\_FO\_TOT

$$\begin{aligned}
 C\_FO\_TOT = & C\_FO\_CARR + C\_FO\_CPAR + C\_FO\_CVACIO + C\_FO\_CVAR + C\_FO\_AM + \\
 & C\_FO\_CENS + \sum_{em,pe,st} (0.5 \cdot DUR\_PS_{pe,st} \cdot EM\_THETA\_PS_{em,pe,st} \cdot (EM\_POT\_PS_{em,pe,st} - EM\_CBILPOT\_PS_{em,pe,st} - \\
 & EM\_CDIFPOT\_PS_{em,pe,st}) \cdot (EM\_POT\_PS_{em,pe,st} - EM\_CBILPOT\_PS_{em,pe,st} - EM\_CDIFPOT\_PS_{em,pe,st})) \cdot [(OPT\_DEM = 1) \wedge (OPT\_RED = 0)] - \\
 & \sum_{pe,st | DEM\_PEN\_PS_{pe,st}} (DUR\_PS_{pe,st} \cdot \frac{1}{DEM\_PEN\_PS_{pe,st}} \cdot (DEM\_PS_{pe,st} \cdot DEM\_ORD\_PS_{pe,st} - \\
 & 0.5 \cdot DEM\_PS_{pe,st} \cdot DEM\_PS_{pe,st})) \cdot [((OPT\_DEM = 1) \wedge (OPT\_RED = 0))] - \sum_{nd,pe,st | DEM\_PEN\_NPS_{nd,pe,st}} (DUR\_PS_{pe,st} \cdot \\
 & \frac{1}{DEM\_PEN\_NPS_{nd,pe,st}} \cdot (DEM\_NPS_{nd,pe,st} \cdot DEM\_ORD\_NPS_{nd,pe,st} - 0.5 \cdot DEM\_NPS_{nd,pe,st} \cdot \\
 & DEM\_NPS_{nd,pe,st})) \cdot [((OPT\_DEM = 1) \wedge (OPT\_RED = 1))]
 \end{aligned}$$


---

### R\_FO\_CARR

$$\begin{aligned}
 C\_FO\_CARR = & \sum_{gt} (GT\_COSTOS_{gt,gt\_carr} \cdot ( \sum_{pe,st,st2 | (ord(st) \neq ord(st2))} (TRAN\_PSS_{pe,st,st2} \cdot GT\_ARR\_PSS_{gt,pe,st,st2}) + \\
 & \sum_{pe} (GT\_ARR\_P_{gt,pe})))
 \end{aligned}$$


---

### R\_FO\_CPAR

$$\begin{aligned}
 C\_FO\_CPAR = & \sum_{gt} (GT\_COSTOS_{gt,gt\_cpar} \cdot ( \sum_{pe,st,st2 | (ord(st) \neq ord(st2))} (TRAN\_PSS_{pe,st,st2} \cdot GT\_PAR\_PSS_{gt,pe,st,st2}) + \\
 & \sum_{pe} (GT\_PAR\_P_{gt,pe})))
 \end{aligned}$$


---

### R\_FO\_CVACIO

$$C\_FO\_CVACIO = \sum_{gt,pe,st} (GT\_COSTOS_{gt,gt\_cvacio} \cdot DUR\_PS_{pe,st} \cdot GT\_ACO\_PS_{gt,pe,st})$$


---

### R\_FO\_CVAR

$$C\_FO\_CVAR = \sum_{gt,pe,st} (GT\_CVAR\_P_{gt,pe} \cdot DUR\_PS_{pe,st} \cdot GT\_POT\_PS_{gt,pe,st})$$


---

### R\_FO\_AM

$$\begin{aligned}
 C\_FO\_AM = & \sum_{amv,pe,st} (DUR\_PS_{pe,st} \cdot (AMV\_POT\_PS_{amv,pe,st} \cdot AMV\_OFERPCIO\_PS_{amv,pe,st})) - \\
 & \sum_{amc,pe,st} (DUR\_PS_{pe,st} \cdot (AMC\_POT\_PS_{amc,pe,st} \cdot AMC\_OFERPCIO\_PS_{amc,pe,st}))
 \end{aligned}$$


---

### R\_FO\_CENS

$$C\_FO\_CENS = \sum_{pe,st} (DUR\_PS_{pe,st} \cdot DEM\_COSTOENENOSUM \cdot DNS\_PS_{pe,st})$$

---

### R\_DEM\_BALPOT\_PS<sub>pe,st</sub>

$$\begin{aligned} \sum_{gt} (GT\_POT\_PS_{gt,pe,st}) + \sum_{gh} (GH\_POT\_PS_{gh,pe,st}) + \sum_{amv} (AMV\_POT\_PS_{amv,pe,st}) &= DEM\_PS_{pe,st} + \\ \sum_{em} (EM\_CBILPOT\_PS_{em,pe,st}) + \sum_{gh} (GH\_BOM\_PS_{gh,pe,st}) + \sum_{amc} (AMC\_POT\_PS_{amc,pe,st}) + DNS\_PS_{pe,st} & \\ \forall pe, st \mid (OPT\_RED = 0) & \end{aligned}$$

---

### R\_DEM\_BALPOT\_NPS<sub>nd,pe,st</sub>

$$\begin{aligned} \sum_{gt \mid GT\_LOCA\_ND_{gt,nd}} (GT\_POT\_PS_{gt,pe,st}) + \sum_{gh \mid GH\_LOCA\_ND_{gh,nd}} (GH\_POT\_PS_{gh,pe,st}) + \sum_{amv \mid AMV\_LOCA\_ND_{amv,nd}} (AMV\_POT\_PS_{amv,pe,st}) &= \\ \sum_{nd2 \mid (ord(nd) \neq ord(nd2))} (RED\_FLX_{nd,nd2,pe,st}) = DEM\_NPS_{nd,pe,st} + DEM\_CBILPOT\_NPS_{nd,pe,st} + & \\ \sum_{gh \mid GH\_LOCA\_ND_{gh,nd}} (GH\_BOM\_PS_{gh,pe,st}) + \sum_{amc \mid AMC\_LOCA\_ND_{amc,nd}} (AMC\_POT\_PS_{amc,pe,st}) + DNS\_NPS_{nd,pe,st} & \\ \forall nd, pe, st \mid (OPT\_RED = 1) & \end{aligned}$$

---

### R\_DEM\_CBILPOT\_PS<sub>pe,st</sub>

$$\sum_{nd} (DEM\_CBILPOT\_NPS_{nd,pe,st}) = \sum_{em} (EM\_CBILPOT\_PS_{em,pe,st}) \quad \forall pe, st \mid (OPT\_RED = 1)$$

---

### R\_RED\_FLUJO<sub>nd,nd2,pe,st</sub>

$$RED\_FLX_{nd,nd2,pe,st} = RED\_REAC_{nd,nd2} \cdot (RED\_ANG_{nd,pe,st} - RED\_ANG_{nd2,pe,st}) \quad \forall nd, nd2, pe, st \mid ((OPT\_RED = 1) \wedge (ord(nd) \neq ord(nd2)))$$

---

### R\_EM\_CUOTA<sub>em</sub>

$$\begin{aligned} \sum_{pe,st} (DUR\_PS_{pe,st} \cdot EM\_POT\_PS_{em,pe,st}) &\geq EM\_CUOTA_{em,em\_cuotamin} \cdot \sum_{pe,st} (DUR\_PS_{pe,st} \cdot DEM\_PS_{pe,st}) \\ \forall em \mid EM\_CUOTA_{em,em\_cuotamin} & \end{aligned}$$

---

### R\_EM\_POT\_PS<sub>em,pe,st</sub>

$$\begin{aligned} EM\_POT\_PS_{em,pe,st} &= \sum_{gt} (GT\_PERT\_EM_{gt,em} \cdot GT\_POT\_PS_{gt,pe,st}) + \sum_{gh} (GH\_PERT\_EM_{gh,em} \cdot \\ (GH\_POT\_PS_{gh,pe,st} - GH\_BOM\_PS_{gh,pe,st})) & \quad \forall em, pe, st \end{aligned}$$

---

$$\mathbf{R\_GT\_PMIN\_PS}_{gt,pe,st}$$

$$\text{GT\_POT\_PS}_{gt,pe,st} \geq \text{GT\_CARAC}_{gt,gt\_pmin} \cdot \text{GT\_ACO\_PS}_{gt,pe,st} \cdot \text{GT\_COEFDISP\_P}_{gt,pe} \quad \forall gt, pe, st$$


---

$$\mathbf{R\_GT\_PMAX\_PS}_{gt,pe,st}$$

$$\text{GT\_POT\_PS}_{gt,pe,st} \leq \text{GT\_CARAC}_{gt,gt\_pmax} \cdot \text{GT\_ACO\_PS}_{gt,pe,st} \cdot \text{GT\_COEFDISP\_P}_{gt,pe} \quad \forall gt, pe, st$$


---

$$\mathbf{R\_GT\_EMIN\_P}_{gt,pe}$$

$$\sum_{st} (\text{GT\_POT\_PS}_{gt,pe,st} \cdot \text{DUR\_PS}_{pe,st}) \geq \text{GT\_EMIN\_P}_{gt,pe} \quad \forall gt, pe \mid \text{GT\_EMIN\_P}_{gt,pe}$$


---

$$\mathbf{R\_GT\_EMAX\_P}_{gt,pe}$$

$$\sum_{st} (\text{GT\_POT\_PS}_{gt,pe,st} \cdot \text{DUR\_PS}_{pe,st}) \leq \text{GT\_EMAX\_P}_{gt,pe} \quad \forall gt, pe \mid \text{GT\_EMAX\_P}_{gt,pe}$$


---

$$\mathbf{R\_GT\_ARRPAR\_PSS}_{gt,pe,st,st2}$$

$$\text{GT\_ARR\_PSS}_{gt,pe,st,st2} - \text{GT\_PAR\_PSS}_{gt,pe,st,st2} = \text{GT\_ACO\_PS}_{gt,pe,st2} - \text{GT\_ACO\_PS}_{gt,pe,st} \quad \forall gt, pe, st, st2 \mid (\text{ord}(st) \neq \text{ord}(st2))$$


---

$$\mathbf{R\_GT\_ARRPAR\_P}_{gt,pe}$$

$$\text{GT\_ARR\_P}_{gt,pe} - \text{GT\_PAR\_P}_{gt,pe} = \sum_{st \mid \text{CARAC\_PS}_{pe,st,st\_ini}} (\text{GT\_ACO\_PS}_{gt,pe,st}) - \sum_{st \mid \text{CARAC\_PS}_{pe-1,st,st\_fin}} (\text{GT\_ACO\_PS}_{gt,pe,st}) - \text{GT\_CARAC}_{gt,gt\_aco\_ini}[(\text{ord}(pe) = 1)]$$


---

$$\mathbf{R\_GT\_ETMIN}_{gt}$$

$$\sum_{pe,st} (\text{DUR\_PS}_{pe,st} \cdot \text{GT\_POT\_PS}_{gt,pe,st}) \geq \text{GT\_ENER}_{gt,gt\_emin} \quad \forall gt \mid \text{GT\_ENER}_{gt,gt\_emin}$$


---

$$\mathbf{R\_GT\_ETMAX}_{gt}$$

$$\sum_{pe,st} (\text{DUR\_PS}_{pe,st} \cdot \text{GT\_POT\_PS}_{gt,pe,st}) \leq \text{GT\_ENER}_{gt,gt\_emax} \quad \forall gt \mid \text{GT\_ENER}_{gt,gt\_emax}$$


---

$$\mathbf{R\_GH\_BALHID\_P}_{gh,pe}$$

$$\text{GH\_RES\_P}_{gh,pe} - \text{GH\_RES\_P}_{gh,pe-1}[(\text{ord}(pe) > 1)] - \text{GH\_CARAC}_{gh,gh\_rini}[(\text{ord}(pe) = 1)] = \text{GH\_APOR\_P}_{gh,pe} + \sum_{gh2 \mid \text{GH\_SUP\_GH}_{gh2,gh}} (\text{GH\_SUP\_GH}_{gh2,gh} \cdot \text{GH\_EQUI\_P}_{gh2,pe}) - \text{GH\_EQUI\_P}_{gh,pe} \quad \forall gh, pe$$


---

**R\_GH\_EQUI\_P**<sub>gh,pe</sub>

$$\text{GH\_EQUI\_P}_{gh,pe} = \sum_{st} (\text{DUR\_PS}_{pe,st} \cdot (\text{GH\_POT\_PS}_{gh,pe,st} - \text{GH\_CARAC}_{gh,gh\_rendturbom} \cdot \text{GH\_BOM\_PS}_{gh,pe,st})) + \text{GH\_VE\_P}_{gh,pe} \quad \forall gh, pe$$


---

**R\_GH\_PMAX\_PS**<sub>gh,pe,st</sub>

$$\text{GH\_POT\_PS}_{gh,pe,st} \leq \text{GH\_CARAC}_{gh,gh\_upmaxres} + \text{GH\_CARAC}_{gh,gh\_vpamxres} \cdot \text{GH\_RES\_P}_{gh,pe} \quad \forall gh, pe, st$$


---

**R\_GH\_BMAX\_PS**<sub>gh,pe,st</sub>

$$\text{GH\_BOM\_PS}_{gh,pe,st} \leq \text{GH\_BMAX\_P}_{gh,pe} \quad \forall gh, pe, st$$


---

**R\_GH\_EMIN\_P**<sub>gh,pe</sub>

$$\sum_{st} (\text{DUR\_PS}_{pe,st} \cdot \text{GH\_POT\_PS}_{gh,pe,st}) \geq \text{GH\_POBLI\_P}_{gh,pe} \quad \forall gh, pe \mid \text{GH\_POBLI\_P}_{gh,pe}$$


---

**R\_GH\_RMIM\_P**<sub>gh,pe</sub>

$$\text{GH\_RES\_P}_{gh,pe} \geq \text{GH\_RMIN\_P}_{gh,pe} \quad \forall gh, pe \mid \text{GH\_RMIN\_P}_{gh,pe}$$


---

**R\_GH\_RMAX\_P**<sub>gh,pe</sub>

$$\text{GH\_RES\_P}_{gh,pe} \leq \text{GH\_RMAX\_P}_{gh,pe} \quad \forall gh, pe \mid \text{GH\_RMIN\_P}_{gh,pe}$$


---

**R\_GH\_RFIN\_P**<sub>gh</sub>

$$\sum_{pe \mid (\text{ord}(pe)=|pe|)} (\text{GH\_RES\_P}_{gh,pe}) = \text{GH\_CARAC}_{gh,gh\_rfin} \quad \forall gh \mid \text{GH\_CARAC}_{gh,gh\_rfin}$$


---

**R\_AMV\_PMAX\_PS**<sub>amv,pe,st</sub>

$$\text{AMV\_POT\_PS}_{amv,pe,st} \leq \text{AMV\_OFERPOT\_PS}_{amv,pe,st} \quad \forall amv, pe, st$$


---

**R\_AMC\_PMAX\_PS**<sub>amc,pe,st</sub>

$$\text{AMC\_POT\_PS}_{amc,pe,st} \leq \text{AMC\_OFERPOT\_PS}_{amc,pe,st} \quad \forall amc, pe, st$$


---

$$\begin{aligned} & \text{C\_FO\_CARR} \geq 0 \quad \forall, \text{C\_FO\_CPAR} \geq 0 \quad \forall, \text{C\_FO\_CVACIO} \geq 0 \quad \forall, \text{C\_FO\_CVAR} \geq 0 \quad \forall, \\ & \text{C\_FO\_AM} \geq 0 \quad \forall, \text{C\_FO\_CENS} \geq 0 \quad \forall, \text{EM\_POT\_PS}_{em,pe,st} \geq 0 \quad \forall em, pe, st, \text{DEM\_PS}_{pe,st} \geq 0 \quad \forall pe, st, \\ & \text{DEM\_NPS}_{nd,pe,st} \geq 0 \quad \forall nd, pe, st, \text{GT\_ARR\_PSS}_{gt,pe,st,st2} \in \{0, 1\} \quad \forall gt, pe, st, st2, \\ & \text{GT\_ARR\_P}_{gt,pe} \in \{0, 1\} \quad \forall gt, pe, \text{GT\_PAR\_PSS}_{gt,pe,st,st2} \in \{0, 1\} \quad \forall gt, pe, st, st2, \text{GT\_PAR\_P}_{gt,pe} \in \{0, 1\} \quad \forall gt, pe, \\ & \text{GT\_ACO\_PS}_{gt,pe,st} \geq 0 \quad \forall gt, pe, st, \text{GT\_POT\_PS}_{gt,pe,st} \geq 0 \quad \forall gt, pe, st, \text{AMV\_POT\_PS}_{amv,pe,st} \geq 0 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
& 0 \forall amv, pe, st, \text{AMC\_POT\_PS}_{amc,pe,st} \geq 0 \forall amc, pe, st, \text{DNS\_PS}_{pe,st} \geq 0 \forall pe, st, \text{GH\_POT\_PS}_{gh,pe,st} \geq \\
& 0 \forall gh, pe, st, \text{GH\_BOM\_PS}_{gh,pe,st} \geq 0 \forall gh, pe, st, \text{DEM\_CBILPOT\_NPS}_{nd,pe,st} \geq 0 \forall nd, pe, st \\
& , \text{DNS\_NPS}_{nd,pe,st} \geq 0 \forall nd, pe, st, \text{GH\_RES\_P}_{gh,pe} \geq 0 \forall gh, pe, \text{GH\_VE\_P}_{gh,pe} \geq 0 \forall gh, pe
\end{aligned}$$