



PROYECTO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA 4.0

# Modelado y simulación de redes eléctricas de distribución hacia las redes eléctricas inteligentes: Modelado y simulación de cargas

## Contenidos

- Creación de cargas (estáticas) en OpenDSS
- Creación de monitores
- Creación de perfiles de demanda
- Creación de cargas (variables en el tiempo) en OpenDSS
- Modelado de la carga dependiente de la tensión



## Carga Estática en OpenDSS

Estática

Para definir una carga, OpenDSS utiliza el objeto *load*. La siguiente información es necesario para modelar una carga en OpenDSS:

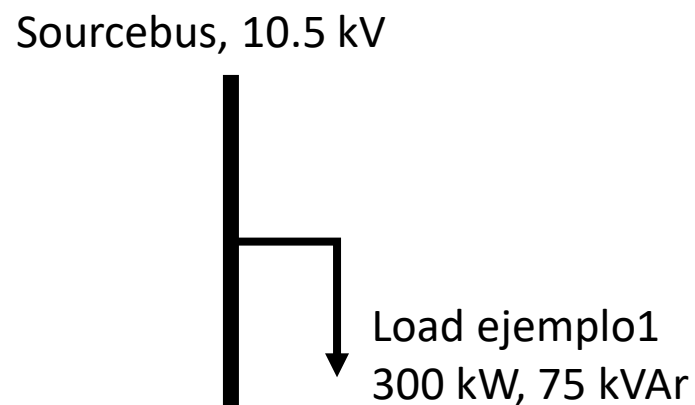
- **name**: identificador (único) de la carga
- **bus1**: nombre de la barra (y fases) dónde se conectará la carga
- **kv**: tensión nominal de la carga
- **model**: modelo de la carga (hay siete tipos y más adelante los vamos a ver, de momento usaremos 1, potencia constante)
- **conn**: tipo de conexión de la carga (delta, wye)
- **kW**: potencia nominal de la carga
- **pF**: factor de potencia de la carga (se puede usar también **kvar**)
- **status**: fija o variable (vamos a iniciar con fija)
- **phases**: número de fases de la carga (1 o 3 para monofásica o trifásica)

Hay otros atributos a utilizar, y los vamos a ver más adelante

## Ejemplo 1

Estática

- Crear en OpenDSS un circuito de 10.5 kV y conectar una carga trifásica de 300kW y 75kVAr. Verificar que el consumo se distribuye equitativamente entre las fases.



# Ejemplo 1

Estática

- Crear un sistema trifásico equilibrado

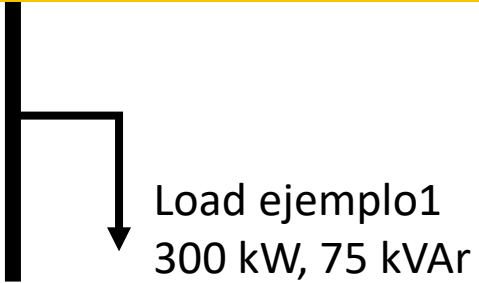
```
clear
set defaultbasefrequency=60

new circuit.ejemplo1Curso BasekV=10.5 pu=1.00 angle=0 frequency=60 phases=3

new load.ejemplo1 bus1=sourcebus.1.2.3 kV=10.5 model=1 conn=wyw kW=300 kvar=75
~ status=fixed phases=3

solve
```

```
show powers kVA elem
```



oye

# Ejemplo 1

Estática

- Crear en OpenDSS un circuito de 10.5 kV y conectar una carga trifásica equilibrada

```
ejemplo2_curso_Power_elem_kVA: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda

CIRCUIT ELEMENT POWER FLOW
(Power Flow into element from indicated Bus)

Power Delivery Elements

Bus Phase kW +j kvar kVA PF
ELEMENT = "Vsource.SOURCE"
SOURCEBUS 1 -100.0 +j -25.0 103.1 0.9701
SOURCEBUS 2 -100.0 +j -25.0 103.1 0.9701
SOURCEBUS 3 -100.0 +j -25.0 103.1 0.9701
TERMINAL TOTAL . -300.0 +j -75.0 309.2 0.9701
SOURCEBUS 0 0.0 +j 0.0 0.0 1.0000
SOURCEBUS 0 0.0 +j 0.0 0.0 1.0000
SOURCEBUS 0 0.0 +j 0.0 0.0 1.0000
TERMINAL TOTAL . 0.0 +j 0.0 0.0 1.0000
```

Ya hemos creado una carga en OpenDSS

Guaye

## Monitores en OpenDSS

- Al igual que los monitores reales, un *monitor* en OpenDSS guarda las variables eléctricas que se miden en el punto de conexión

Sumamente útiles para análisis que varían en el tiempo (como los que vamos a ver a continuación)





## Monitores en OpenDSS

Para definir un monitor, OpenDSS utiliza el objeto *monitor*. La siguiente informaci3n es necesaria para crear un monitor en OpenDSS:

- **name:** identificador (3nico) del monitor
- **Element:** tipo y nombre del elemento del circuito donde se colocará en monitor (e.j. si se coloca en la fuente del circuito Vsource, se debe indicar *Element=vsource.source*)
- **Terminal:** se usa para indicar la terminal del elemento donde se instalará el monitor (1, 2 y en el caso de transformadores de 3 devanados, 3)
- **Mode:** 0 para monitorear tensi3n y corriente, 1 para potencia activa y reactiva...hay otros modos que se utilizan para monitorear variables de control (e.j. cambiador de derivaciones)
- **ppolar:** Se usa en conjunto con el Mode 1 (monitoreo de potencia activa y reactiva) y se define como **NO** ya que no nos interesa obtener la potencia aparente y el ángulo del factor de potencia

Otros atributos se pueden incluir, pero se ha notado que no son tan necesarios



## Monitores en OpenDSS

Para definir un monitor, OpenDSS utiliza el objeto *monitor*. La siguiente información es necesaria para crear un monitor en OpenDSS:

- **name:** identificador (único) del monitor

- **Element**

**Para tensiones y corrientes**

```
new monitor.NOMBRE element=line.nombre_objeto_línea terminal=X mode=0
```

- **Terminal**

```
new monitor.NOMBRE element=Vsource.source terminal=X mode=0
```

- **Mode**

**Para potencia activa y reactiva**

```
new monitor.NOMBRE element=transformer.nombre_objeto_transformer  
~ terminal=X mode=1 ppolar=no
```

- **ppolar:** Se usa en conjunto con el Mode 1 (monitoreo de potencia activa y reactiva) y se define como **NO** ya que no nos interesa obtener la potencia aparente y el ángulo del factor de potencia

### EJEMPLOS

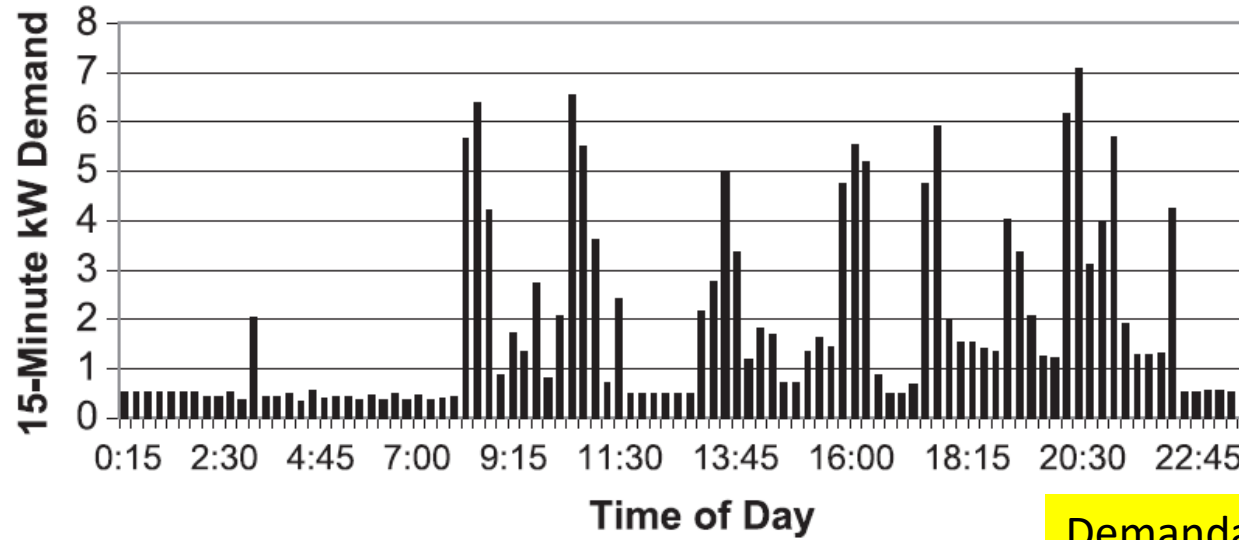
en  
indicar

alará el

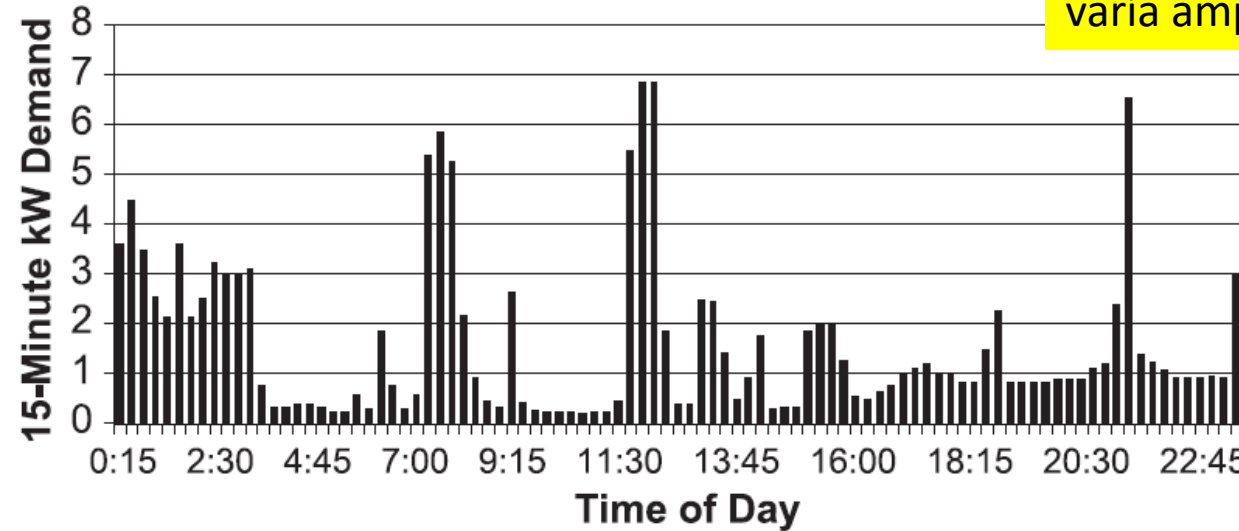
y  
de

Otros atributos se pueden incluir, pero se ha notado que no son tan necesarios

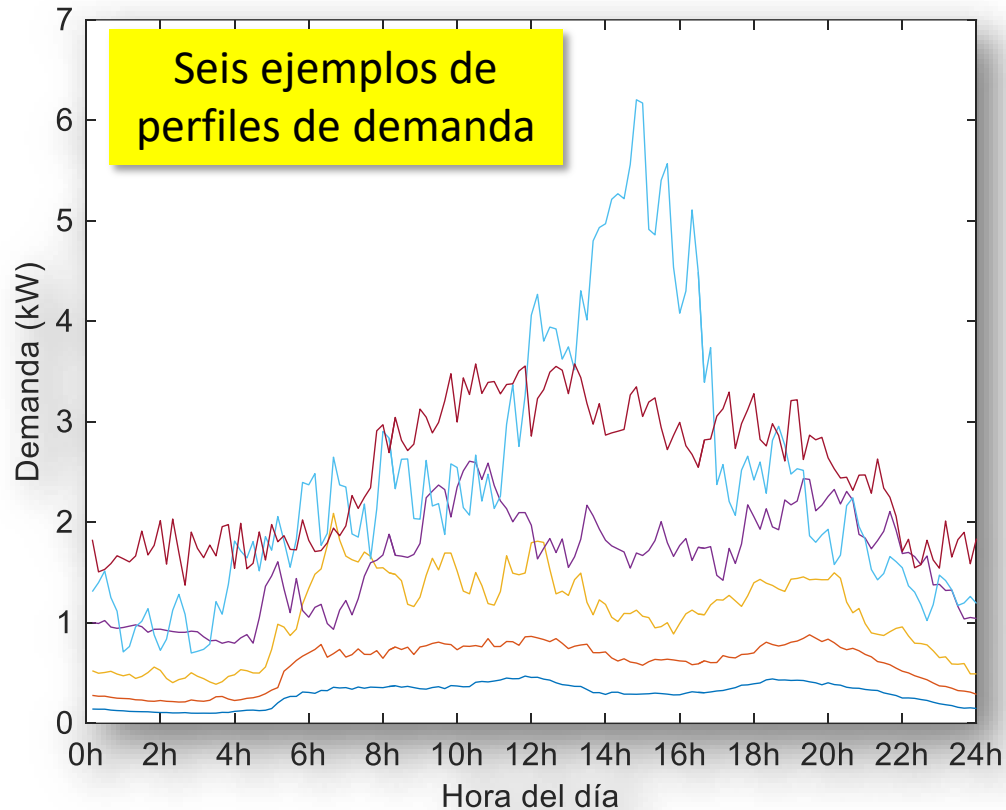
# Demanda Diaria



Demanda individual varía ampliamente



# Perfil de Demanda



OpenDSS permite representar la variabilidad de la demanda en un periodo de tiempo (e.j., un día)

Se logra creando un objeto llamado *loadshape* – la resolución de los perfiles de demanda puede ser de 1, 5, 10, 30, 60 min (en realidad de la resolución deseada)

El *loadshape* sirve también para crear perfiles de generación...lo veremos en otros módulos

## Perfil de Demanda

Para definir un perfil de demanda, OpenDSS utiliza el objeto *loadshape* que requiere la siguiente informaci3n:

- **name**: identificador (3nico) del loadshape
- **npts**: n3mero puntos que tiene el loadshape (e.j., un perfil diario de resoluci3n 10-min tiene 144 puntos)
- **minterval**: intervalo de tiempo del perfil de carga (e.j., 10 para indicar 10 minutos)
- **mult=(file=path)**: direcci3n del directorio donde se encuentra el archivo que caracteriza la curva
- **useactual**: Se define en NO (false) para indicar que el **mult** multiplicar3 los kW de la carga a definir (si se define YES [TRUE], la curva de carga se usa sin multiplicar por los kW de la carga)

Otros atributos se pueden incluir, pero se ha notado que no son tan necesarios

## Ejemplo 2

- Crear en OpenDSS un loadshape para cada curva de demanda facilitada

Seis archivos .txt han sido facilitados para este ejemplo

## Ejemplo 2

- Crear en OpenDSS un loadshape para cada curva de demanda facilitada

```
clear
set defaultbasefrequency=60

new circuit.ejemplo2_curso BasekV=0.24 pu=1.00 angle=0 frequency=60 phases=2
New Loadshape.loadshape_1 npts=144 minterval=10 mult=(file=loadshape_1.txt) useactual=no
New Loadshape.loadshape_2 npts=144 minterval=10 mult=(file=loadshape_2.txt) useactual=no
New Loadshape.loadshape_3 npts=144 minterval=10 mult=(file=loadshape_3.txt) useactual=no
New Loadshape.loadshape_4 npts=144 minterval=10 mult=(file=loadshape_4.txt) useactual=no
New Loadshape.loadshape_5 npts=144 minterval=10 mult=(file=loadshape_5.txt) useactual=no
New Loadshape.loadshape_6 npts=144 minterval=10 mult=(file=loadshape_6.txt) useactual=no
```

Seis archivos .txt han sido facilitados para este ejemplo

## Carga Variable en OpenDSS

Para definir una carga variable en el tiempo (e.j. diaria), OpenDSS utiliza el mismo objeto *load*. Sin embargo, algunos cambios con respecto a la carga estática se hacen en las definiciones.

```
new load.ejemplo_estatica bus1=sourcebus.1.2 kV=0.22 model=1 conn=wye kW=1.0  
~ pf=1.0 status=fixed phases=1
```

estática

COMPAREMOS

```
new load.ejemplo_variable bus1=sourcebus.1.2 kV=0.22 model=1 conn=wye kW=1.0  
~ pf=1.0 status=variable phases=1 daily=loadshape_1
```

variable

El kW=1.0 es multiplicado (punto a punto) por el loadshape correspondiente. Esto es importante para el algoritmo de asignación de carga que se introducirá más adelante



## Carga Variable en OpenDSS

Cuando se desea ejecutar un estudio que considera la variación de la demanda (o en general de una variable eléctrica) se le debe indicar a OpenDSS que la simulación cambia del modo estático (por defecto) a variable. Para ello, el siguiente comando debe introducirse antes del *solve*.

```
set mode=tipo_estudio stepsize=RESm number=INT
```

donde:

- *tipo\_estudio* indica si es diario (daily, lo que haremos en unos minutos) o anual (yearly). Hay otros modos, pero estos son los más comunes.
- *RES* indica la resolución (5, 10, 15, 30, 60, etc.) de la simulación a realizar. La letra “m” efectivamente va después de la cantidad de minutos. Puede también indicarse 1h, 2h, etc.
- *INT* indica el número de intervalos resultantes cuando se estudia el sistema con la resolución definida. Por ejemplo, si la resolución es de 60 minutos, hay 24 intervalos en un día

## Carga Variable en OpenDSS

Cuando se desea ejecutar un estudio que considera la variación de la demanda (o en general de una variable eléctrica) se le debe indicar a OpenDSS que la simulación cambia del modo estático (por defecto) a variable. Para ello, el siguiente comando debe introducirse antes del *solve*.

```
set mode=tipo_estudio stepsize=RESm number=INT
```

donde:

- *tipo\_estudio* indica si es diario (daily, lo que haremos en unos minutos) o anual (yearly). Hay otros modos, pero estos son los más comunes.
- *RES* indica la resolución de la simulación. La sentencia "*set mode=daily stepsize=10m number=144*" indica que es una simulación diaria con una resolución de 10 minutos, entonces 144 intervalos en el día. La letra "m" indica que se mide en minutos, puede indicarse 1h, 2h, etc.
- *INT* indica el número de intervalos resultantes cuando se estudia el sistema con la resolución definida. Por ejemplo, si la resolución es de 60 minutos, hay 24 intervalos en un día

## Ejemplo 3

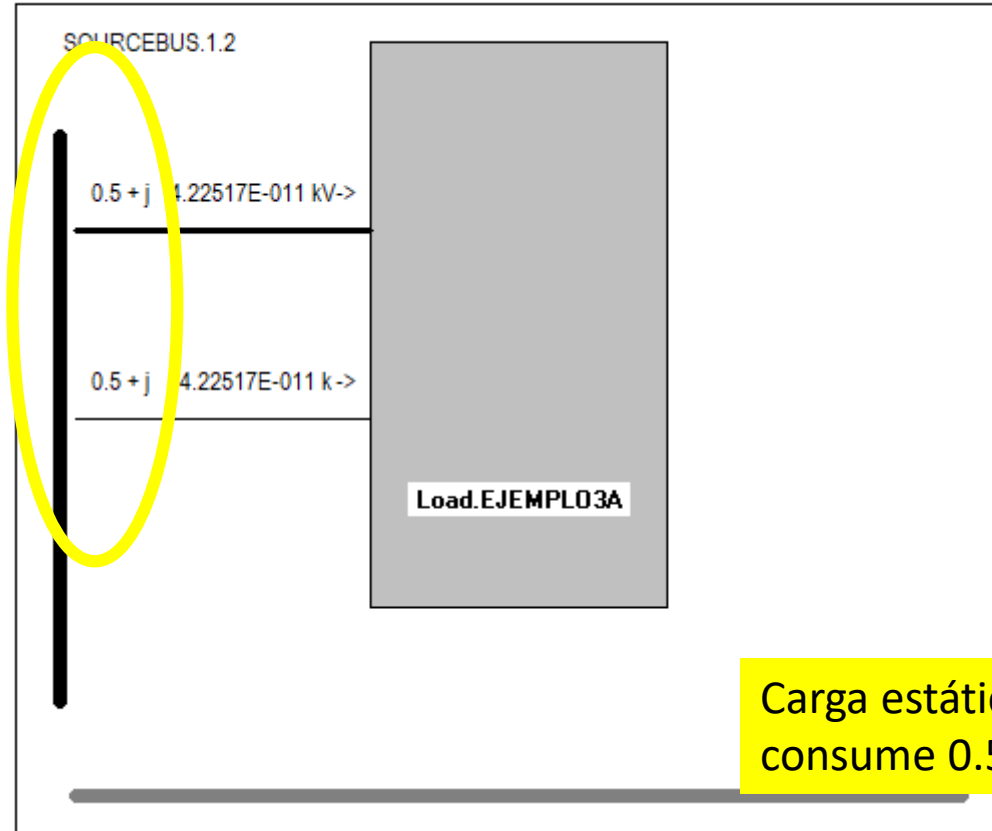
- Crear en OpenDSS un circuito de 0.24 kV (se modela una "fuente ficticia" de un sistema secundario).
  - a) Simule inicialmente una carga estática conectada a la fuente de 1kW con factor de potencia unitario. Verifique que cada vivo consume 0.5 kW (y 0 kVAr).
  - b) Cambie la carga estática por una variable. Utilice los *loadshapes* creados en el ejemplo 2 para definir el perfil de demanda. Instale un monitor en la fuente. Luego ejecute una simulación diaria con intervalo de 10 min. Utilizando el comando inferior (que se debe ubicar después del *solve*), exporte los resultados del monitor. Verifique que la demanda del circuito coincide con la curva de demanda definida

```
export monitor monofasico
```

## Ejemplo 3a

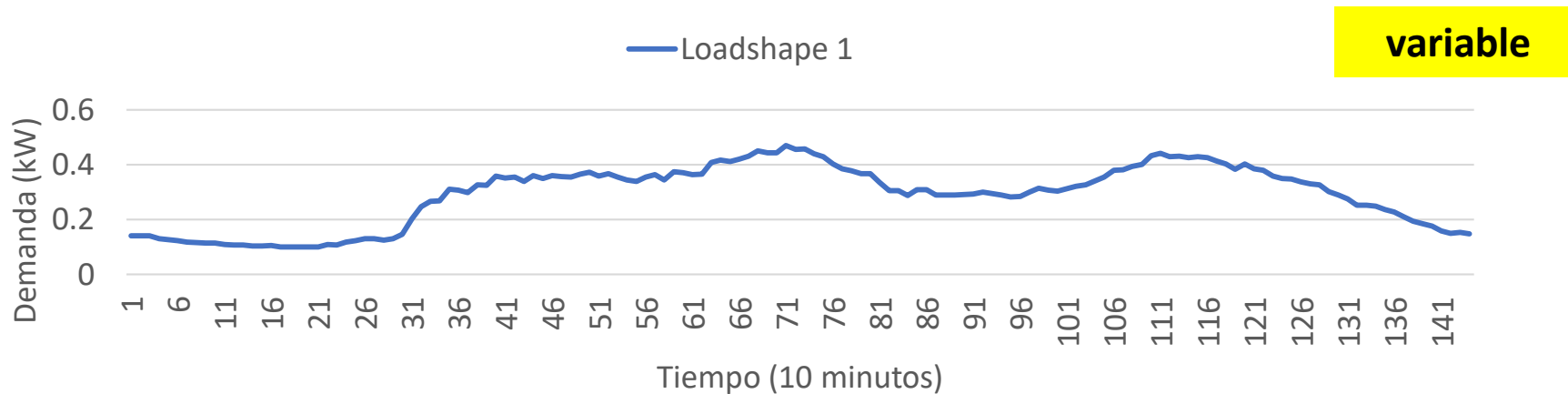
Load.EJEMPLO3A Powers

Carga estática



Carga estática efectivamente consume 0.5 kW en cada vivo

## Ejemplo 3b



```
clear
set defaultbasefrequency=60

new circuit.ejemplo3b_curso BasekV=0.22 pu=1.00 angle=0 frequency=60 phases=2

New Loadshape.loadshape_1 npts=144 minterval=10 mult=(file=loadshape_1.txt) useactual=no

New load.ejemplo3b bus1=sourcebus.1.2 kV=0.22 model=1 conn=wye kW=1.0 pf=1.0 status=variable phases=1
~ daily=loadshape_1

New monitor.monofasico Element=vsorce.source Terminal=1 Mode=1 ppolar=no

set mode=daily stepsize=10m number=144

solve
export monitor monofasico
```

Se utilizará el  
loadshape 1

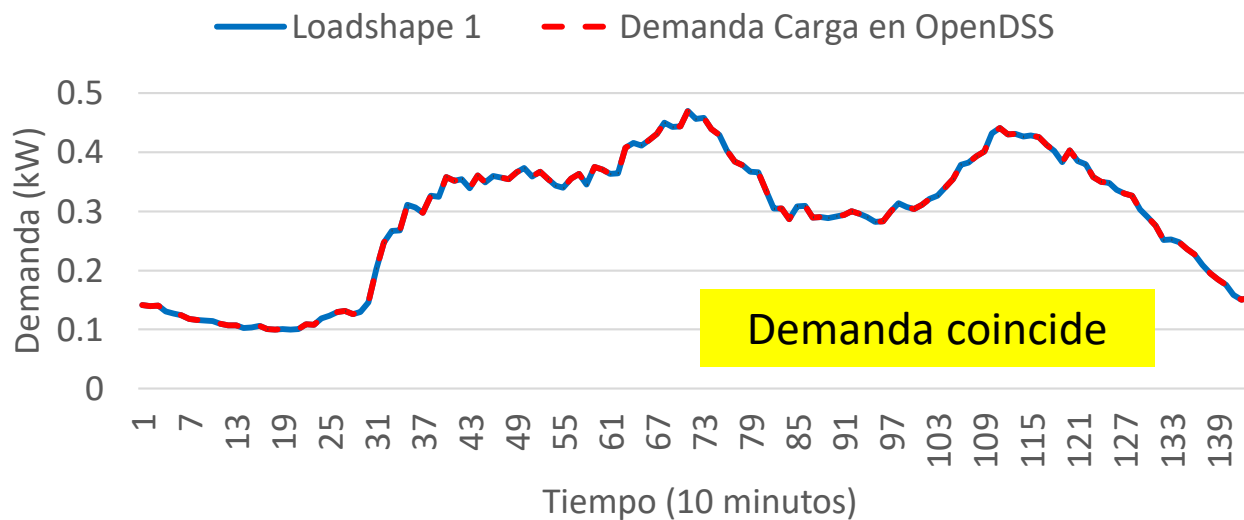
## Ejemplo 3b

	A	B	C	D	E	F	G
1	hour	t(sec)	P1 (kW)	Q1 (kvar)	P2 (kW)	Q2 (kvar)	
2	0	600	-0.0707442	7.55E-11	-0.0707442	-2.43E-11	
3	0	1200	-0.070025	1.03E-10	-0.070025	5.87E-11	
4	0	1800	-0.0700605	1.12E-10	-0.0700605	1.24E-10	
5	0	2400	-0.0655214	3.75E-11	-0.0655214	4.85E-11	
6	0	3000	-0.0632822	1.49E-10	-0.0632822	-6.37E-11	
7	1	0	-0.0620242	6.72E-11	-0.0620242	-3.40E-11	
8	1	600	-0.0591703	6.77E-11	-0.0591703	-3.41E-11	
9	1	1200	-0.0582717	-8.09E-11	-0.0582717	4.07E-11	
10	1	1800	-0.0575855	-1.14E-11	-0.0575855	1.10E-10	
11	1	2400	-0.0571833	1.23E-10	-0.0571833	1.32E-10	
12	1	3000	-0.054857	-4.70E-11	-0.054857	-3.77E-11	
13	2	0	-0.053496	5.85E-11	-0.053496	6.75E-11	
14	2	600	-0.0535286	6.53E-11	-0.0535286	7.43E-11	
15	2	1200	-0.0514565	3.50E-11	-0.0514565	-6.80E-11	
16	2	1800	-0.0516507	1.79E-11	-0.0516507	2.67E-11	
17	2	2400	-0.0529968	6.73E-11	-0.0529968	-3.55E-11	
18	2	3000	-0.0502958	2.98E-11	-0.0502958	3.83E-11	
19	3	0	-0.0499689	-3.37E-11	-0.0499689	8.65E-11	
20	3	600	-0.0502796	8.25E-11	-0.0502796	3.51E-11	
21	3	1200	-0.0499722	2.28E-11	-0.0499722	3.13E-11	
22	3	1800	-0.0504792	9.68E-12	-0.0504792	1.82E-11	

Abrir el archivo .csv exportado por OpenDSS. Se mostrará la información monitoreada en una hoja Excel

## Ejemplo 3b

	A	B	C	D	E	F	G
1	hour	t(sec)	P1 (kW)	Q1 (kvar)	P2 (kW)	Q2 (kvar)	
2	0	600	-0.0707442	7.55E-11	-0.0707442	-2.43E-11	



el archivo exportado OpenDSS. mostrará la información cargada en hoja Excel

17	2	2400	-0.0529968	6.73E-11	-0.0529968	-3.55E-11
18	2	3000	-0.0502958	2.98E-11	-0.0502958	3.83E-11
19	3	0	-0.0499689	-3.37E-11	-0.0499689	8.65E-11
20	3	600	-0.0502796	8.25E-11	-0.0502796	3.51E-11
21	3	1200	-0.0499722	2.28E-11	-0.0499722	3.13E-11
22	3	1800	-0.0504792	9.68E-12	-0.0504792	1.82E-11

ejemplo5\_curs    Ready    100%



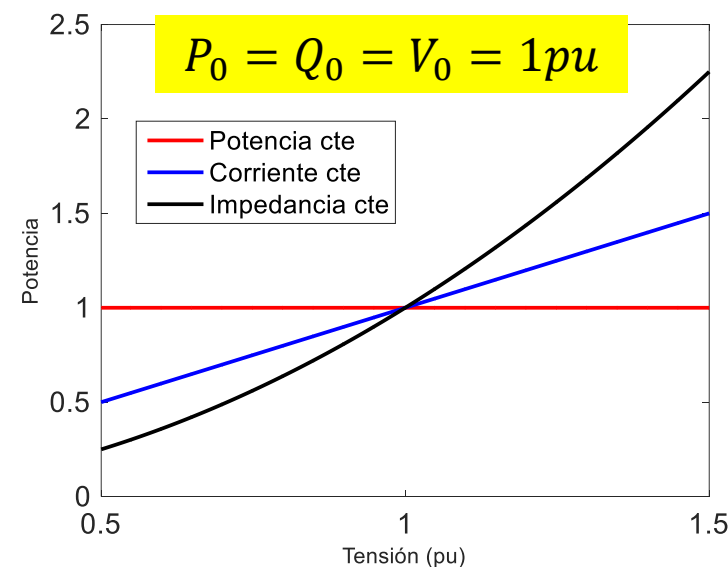
## Modelo de Carga Dependiente de Tensión

- La mayoría de las cargas eléctricas dependen de la tensión de operación, que, típicamente, se representa con el modelo exponencial de carga:

$$P = P_0 \left( \frac{V}{V_0} \right)^\alpha \quad Q = Q_0 \left( \frac{V}{V_0} \right)^\beta$$

donde

$P$	Potencia activa de la carga
$Q$	Potencia reactiva de la carga
$P_0$	Potencia activa nominal a una tensión $V_0$
$Q_0$	Potencia reactiva nominal a una tensión $V_0$
$V_0$	Tensión nominal de la carga
$\alpha$	Exponente de potencia activa
$\beta$	Exponente de potencia reactiva



- $\alpha, \beta = 0$  Carga tipo potencia constante
- $\alpha, \beta = 1$  Carga tipo corriente constante
- $\alpha, \beta = 2$  Carga tipo impedancia constante

## Modelo de Carga Dependiente de Tensión

- Cuando la carga tiene componentes de potencia constante, corriente constante e impedancia constante, se utiliza el modelo ZIP:

$$P = P_0 \left( a_0 + a_1 \left( \frac{V}{V_0} \right) + a_2 \left( \frac{V}{V_0} \right)^2 \right)$$

$$Q = Q_0 \left( b_0 + b_1 \left( \frac{V}{V_0} \right) + b_2 \left( \frac{V}{V_0} \right)^2 \right)$$

donde:

$$a_0 + a_1 + a_2 = 1$$

$$b_0 + b_1 + b_2 = 1$$

El modelo ZIP da mayor flexibilidad

## Modelo ZIP en OpenDSS

- Se requiere cambiar el *model* de la carga a 8, e incluir el siguiente comando:

$zipv=(a_2, a_1, a_0, b_2, b_1, b_0, V_{cut-off})$

- Donde los coeficientes coinciden con los definidos anteriormente y  $V_{cut-off}$  corresponde a la tensión para que la carga se desconecte del circuito (como si no existiese)

## Ejemplo 4

- Defina una carga en OpenDSS que utilice el modelo ZIP de la carga. Utilice como base el ejemplo 3a. Indique algebraicamente las constantes del modelo ZIP

## Ejemplo 4

- Defina una carga en OpenDSS que utilice el modelo ZIP de la carga. Utilice como base el ejemplo 3a. Indique algebraicamente las constantes del modelo ZIP

```
new load.ejemplo3a bus1=sourcebus.1.2 kV=0.22 model=1 conn=wye kW=1.0  
~ pf=1.0 status=fixed phases=1
```

P,Q cte

```
new load.ejemplo4_zipv bus1=sourcebus.1.2 kV=0.22 model=8 conn=wye kW=1.0  
~ pf=1.0 status=fixed phases=1 vminpu=0.0 vmaxpu=1.2  
~ zipv=( $a_2, a_1, a_0, b_2, b_1, b_0, V_{cut-off}$ )
```

ZIP

## Ejemplo 4

- Defina una carga en OpenDSS que utilice el modelo ZIP de la carga. Utilice como base el ejemplo 3a. Indique algebraicamente las constantes del modelo ZIP

```
new load.ejemplo3a bus1=sourcebus.1.2 kV=0.24 model=1 conn=wye kW=1.0  
~ pf=1.0 status=fixed phases=1
```

P,Q cte

```
new load.ejemplo4_zipv bus1=sourcebus.1.2 kV=0.24 model=8 conn=wye kW=1.0  
~ pf=1.0 status=fixed phases=1 vminpu=0.0 vmaxpu=1.2  
~ zipv=(a2, a1, a0, b2, b1, b0, Vcut-oj)
```

ZIP

Estos dos comandos básicamente definen el valor de tensión mínima y máxima en los cuales el modelo definido deja de ser válido y cambia a impedancia constante

## Ejemplo 5

- Crear en OpenDSS un circuito de 0.22 kV (sistema secundario) y simular una carga fija con modelo ZIP conectada a la fuente de 1 kW con factor de potencia de 0.88. Establezca la tensión de cut-off como 0.0 p.u., y la tensión del *sourcebus* en 0.95 p.u. (simulando una caída de tensión hasta la casa)
  - a. Defina  $a_0 = b_0 = 1$  (P, Q cte) y verifique que la demanda equivale a tener una carga con modelo 1
  - b. Defina  $a_1 = b_1 = 1$  (I cte) y verifique que la demanda equivale a tener una carga con modelo 5
  - c. Defina  $a_2 = b_2 = 1$  (Z cte) y verifique que la demanda equivale a tener una carga con modelo 2



## Ejemplo 5a

$$a_0 = b_0 = 1$$

```

clear
set defaultbasefrequency=60
new circuit.ejemplo5_curso BasekV=0.22 pu=0.95 angle=0 frequency=60 phases=2

new load.ejemplo5_zipv bus1=sourcebus.1.2 kV=0.22 model=8 conn=weye kW=1.0 pf=0.88 status=fixed phases=1 vminpu=0.0
~ vmaxpu=1.2 zipv=(0, 0, 1, 0, 0, 1, 0)

new load.ejemplo5_PQcte bus1=sourcebus.1.2 kV=0.22 model=1 conn=weye kW=1.0 pf=0.88 status=fixed phases=1 vminpu=0.0
~ vmaxpu=1.2

solve
show powers kVA Element
    
```

El cambio se hace para estudiar el efecto de la tensión en cada simulación

Power Conversion Elements

Bus	Phase	kW	+j kvar	kVA	PF
ELEMENT = "Load.EJEMPLOS_ZIPV"					
SOURCEBUS	1	0.5	+j 0.3	0.6	0.8800
SOURCEBUS	2	0.5	+j 0.3	0.6	0.8800
TERMINAL	TOTAL	1.0	+j 0.5	1.1	0.8800
ELEMENT = "Load.EJEMPLOS_PQCTE"					
SOURCEBUS	1	0.5	+j 0.3	0.6	0.8800
SOURCEBUS	2	0.5	+j 0.3	0.6	0.8800
TERMINAL	TOTAL	1.0	+j 0.5	1.1	0.8800

## Ejemplo 5b

$$a_1 = b_1 = 1$$

```

clear
set defaultbasefrequency=60
new circuit.ejemplo5_curso BasekV=0.22 pu=0.95 angle=0 frequency=60 phases=2

new load.ejemplo5_zipv bus1=sourcebus.1.2 kV=0.22 model=8 conn=weye kW=1.0 pf=0.88 status=fixed phases=1 vminpu=0.0
~ vmaxpu=1.2 zipv=(0, 1, 0, 0, 1, 0, 0)

new load.ejemplo5_lcte bus1=sourcebus.1.2 kV=0.22 model=5 conn=weye kW=1.0 pf=0.88 status=fixed phases=1 vminpu=0.0
~ vmaxpu=1.2

solve
show powers kVA Element
    
```

Power Conversion Elements

Bus	Phase	kW	+j kvar	kVA	PF
ELEMENT = "Load.EJEMPLO5_ZIPV"					
SOURCEBUS	1	0.5 +j	0.3	0.6	0.8800
SOURCEBUS	2	0.5 +j	0.3	0.6	0.8800
TERMINAL TOTAL		1.0 +j	0.5	1.1	0.8800
ELEMENT = "Load.EJEMPLO5_ICTE"					
SOURCEBUS	1	0.5 +j	0.3	0.5	0.8800
SOURCEBUS	2	0.5 +j	0.3	0.5	0.8800
TERMINAL TOTAL		0.9 +j	0.5	1.1	0.8800

## Ejemplo 5c

$$a_2 = b_2 = 1$$

```

clear
set defaultbasefrequency=60
new circuit.ejemplo5_curso BasekV=0.22 pu=0.95 angle=0 frequency=60 phases=2

new load.ejemplo5_zipv bus1=sourcebus.1.2 kV=0.22 model=8 conn=weye kW=1.0 pf=0.88 status=fixed phases=1 vminpu=0.0
~ vmaxpu=1.2 zipv=(1, 0, 0, 1, 0, 0, 0)

new load.ejemplo5_Zcte bus1=sourcebus.1.2 kV=0.22 model=2 conn=weye kW=1.0 pf=0.88 status=fixed phases=1 vminpu=0.0
~ vmaxpu=1.2

solve
show powers kVA Element
    
```

Power Conversion Elements

	Bus	Phase	kW	+j kvar	kVA	PF
ELEMENT "Load.EJEMPLO5_ZIPV"						
	SOURCEBUS	1	0.5	+j 0.3	0.6	0.8800
	SOURCEBUS	2	0.5	+j 0.3	0.6	0.8800
	TERMINAL	TOTAL	1.0	+j 0.5	1.1	0.8800
ELEMENT "Load.EJEMPLO5_ZCTE"						
	SOURCEBUS	1	0.5	+j 0.2	0.5	0.8800
	SOURCEBUS	2	0.5	+j 0.2	0.5	0.8800
	TERMINAL	TOTAL	0.9	+j 0.5	1.0	0.8800

## Referencias

- W.H. Kersting, “Distribution System Modeling and Analysis”, CRC Press, 3<sup>rd</sup> edition, 2012
- T. Gönen, “Electric Power Distribution System Engineering”, CRC Press, 2<sup>nd</sup> edition, 2008
- J. Quirós-Tortós, A. Arguelo, y G. Valverde, “Statistical Analysis of Residential Demand Behavior in Costa Rica: Creation of Load Profiles,” IEEE CONCAPAN 2016, Nov. 2016
- D. Leiva, C. Araya, G. Valverde, y J. Quirós-Tortós, "Statistical Representation of Demand for GIS-based Load Profile Allocation in Distribution Networks," extended abstract accepted to IEEE-PES PowerTech 2017, Jun. 2017
- G. Valverde, A. Arguello, R. Gonzalez, y J. Quiros-Tortos, “Integration of Open Software for Studying Large-Scale Distribution Networks,” Accepted in IET Gen. Trans. and Dist.: Interfacing Techniques for Simulation Tools in Smart Grid Dec. 2016

# Muchas gracias por su atención

Dr. Jairo Quirós-Tortós  
Consultor  
[jairoquirotortos@ieee.org](mailto:jairoquirotortos@ieee.org)



