

# MODELACION DE COSTOS

Andrés Orellana L.

aorellana@est.ups.edu.ec

José Sarango C.

jsarangoc@est.ups.edu.ec

Juan Sarmiento R.

jsarmiento@est.ups.edu.ec

José Valarezo B.

jvalarezobo@est.ups.edu.ec

Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca

Sistemas Electricos de Potencia III

**Resumen**—En el siguiente informe se trata de dar a conocer los pasos a seguir en el momento que se desea cambiar un conductor, de un sistema eléctrico de potencia, se empezara por entender los conceptos básicos para esto, y luego se procederá a realizar un problema, en donde se plantea si es conveniente cambiar un conductor calibre 2 AWG a un conductor calibre 1/0 AWG, con un vano de 35 Km, teniendo como dato la demanda a partir del año 0 al año 7, para hacer esto se realizo una hoja de calculo en Excel para automatizar la obtención de todos los parámetros de la modelacion .

ejemplo pueden ser el crecimiento de la producción, el costo de producción vs el gasto, la rentabilidad que es igual a la ganancia vs el valor de los gastos básicos

Los indicadores Diferenciadores que caracterizan el grado de utilización de los recursos como por ejemplo pueden ser la productividad que es igual al costo de la producción vs el número de trabajadores, la efectividad del material que es igual al costo del material vs el costo de la producción.

## I. OBJETIVO GENERAL

- Determinar si es o no conveniente el cambio del conductor y si esto ocurre en que tiempo.

## II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Entender los datos que nos da el problema
- Obtener el Beneficio y el Costo que esto repercute.
- Llegar a determinar la RBC del problema.

## III. INTRODUCCIÓN

La Red de Distribución de la Energía Eléctrica o Sistema de Distribución de Energía Eléctrica es la parte del sistema de suministro eléctrico cuya función es el suministro de energía desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales (medidor del cliente). Se lleva a cabo por los Operadores del Sistema de Distribución (Distribution System Operator o DSO en inglés).

Para esto es muy importante los Indicadores técnico económicos de la energía ya que estos son elementos de carácter cualitativo que sirven para expresar el nivel de la eficiencia de un fenómeno dado. Su expresión generalmente es numérica pero expresan un nivel de comportamiento de un proceso productivo o social y son el resultado de una relación corporativa que se expresa en fracción o porcentaje.

## IV. MARCO TEÓRICO

### IV-A. Indicadores Generalizadores y Diferenciadores

Los indicadores Generalizadores son válidos para todos los procesos y expresan su comportamiento global como por

### IV-B. Indicadores específicos

Van de acuerdo a cada rama productiva

#### ■ Coeficiente de Utilización

El coeficiente de utilización de la carga instalada indica el porcentaje del año que es utilizada una unidad a su capacidad nominal (matemáticamente). El coeficiente de utilización de una unidad generadora depende de la función que realice en el sistema y de su comportamiento técnico.

#### ■ Insumo de la Planta

Indica el porcentaje de la energía eléctrica que es consumida por las instalaciones de la propia planta, es un indicador de eficiencia de la planta, cada planta tiene por diseño un nivel de consumo de sus instalaciones dado pero este puede comportarse de forma muy diversa dependiendo de su estado técnico y la eficiencia de operación.

#### ■ Consumo Específico

Mide la eficiencia de conversión de energía de la planta expresando los gramos de petróleo o gas equivalente necesarios para producir un kilo watt hora, es uno de los indicadores más importantes en la generación.

#### ■ Reserva de Capacidad

Indica el porcentaje de capacidad con que cuenta el sistema por encima de la demanda máxima. Se realiza para:

- Mantener un porcentaje de la capacidad de mantenimiento en frío
- Mantener un porcentaje como reserva para eventualidades
- Mantener un porcentaje como reserva rodante.

#### IV-C. Indicadores del Trabajo en las Redes

##### ■ Factor de Potencia.

Mide el nivel de aprovechamiento de la potencia útil del sistema y la pérdida de energía en las redes.

##### ■ Tiempo Máximo.

Es el tiempo del año que se mantiene matemáticamente la demanda máxima.

##### ■ Factor de Carga.

Mide la relación entre la demanda media y la demanda máxima.

##### ■ Factor de Capacidad.

Mide la relación entre la demanda máxima de la red y la capacidad instalada dando una idea del nivel de aprovechamiento de esta.

##### ■ Factor de Liberación de Capacidad.

Este factor mide la capacidad liberada en kilo watt en los diferentes subsistemas de un sistema eléctrico, por cada kilo watt que se disminuya, la demanda en un punto del sistema puede ser en la distribución, en la transmisión o en ambos.

#### V. MÉTODOS DE CÁLCULO ECONÓMICO

Se utilizan solo los métodos deterministas. Para los problemas que son resueltos mediante modelos matemáticos es necesario el uso del método de los costos anuales que serán evaluados en la función objetivo del modelo y para los problemas de selección de variantes, se utilizarán el método de la Razón Beneficio Costo [RBC], el método del Valor Actual Neto [VAN]. Hay que tener presente que el capital no es estático y que su cambio esta a lo largo de los años de vida útil de la inversión. Los efectos que producirán las variantes son diferentes cada año, un capital Bo actual aumenta su valor en función de una tase de interés de descuento ri [rate]

#### VI. DESARROLLO DE MODELACION DE COSTOS

Como ya se ha mencionado antes se desea saber si es conveniente o no cambiar un conductor de calibre 2 AWG a calibre calibre 1/0 AWG, para un vano de 35 Km, teniendo como dato la demanda desde el año 0 al año 7, como se observa en la figura 1 ; también se puede observar los factores de carga residencial y no residencial en la figura 2.

DEMANDA [Kwatt]
8,115
8,242
8,37
8,499
8,627
8,756
8,885
9,014

Figura 1. Demanda obtenida desde el año 0 al año 7

DEMANDA	
Factor de Carga Residencial [Fcr]	0,8
Porcentaje de Carga Residencial[ %Cr]	45 %
Horas de falla [Hf]	200 Horas
ENS Residencial [ENSr]	10 Centavos
Ksep	22 Centavos
Factor de carga no residencial [Fcnr]	0,3
Porcentaje de carga no residencial[ %Cnr]	65 %
ENS no residencial [ENSnr]	5,2 dolares
Rate	12 %

Figura 2. Datos Del Problema

Con los datos de las figuras 1 y 2 se se continua a calcular la energía demandada por año residencial y la energía demandada por año no residencial mediante la formula 1y 2 respectivamente. Los resultados se observan en la figura 3.

$$EDPAR = Fcr * DM * 1000 \frac{KW}{MW} * \frac{\%Cr}{100 \%} * 8760 \frac{h}{a} \quad (1)$$

$$EDPANR = Fcnr * DM * 1000 \frac{KW}{MW} * \frac{\%Cnr}{100 \%} * 8760 \frac{h}{a} \quad (2)$$

DEMANDA [Kwatt]	ENERGIA DEMANDADA POR AÑO RESIDENCIAL [Kwatt/h]	ENERGIA DEMANDADA POR AÑO NO RESIDENCIAL [Kwatt/h]	TOTAL [Kwatt/h]
8,115	25591464,000	13862043,000	39453507,000
8,242	25991971,200	14078984,400	40070955,600
8,37	26395632,000	14297634,000	40693266,000
8,499	26802446,400	14517991,800	41320438,200
8,627	27206107,200	14736641,400	41942748,600
8,756	27612921,600	14956999,200	42569920,800
8,885	28019736,000	15177357,000	43197093,000
9,014	28426550,400	15397714,800	43824265,200

Figura 3. Energía demandada por año residencial y no residencial acorde a la demanda

El paso 3 es calcular la energía dejada de servir residencial y no residencial mediante las formulas 3 y 4, así mismo se observan los resultados en la figura 4.

$$EDSR = Fcr * DM * 1000 \frac{KW}{MW} * \frac{\%Cr}{100 \%} * Hf \quad (3)$$

$$EDSNR = Fcnr * DM * 1000 \frac{KW}{MW} * \frac{\%Cnr}{100 \%} * Hf \quad (4)$$

ENERGIA DEJADA DE SERVIR RESIDENCIAL [Kwatt/h]	ENERGIA DEJADA DE SERVIR NO RESIDENCIAL [Kwatt/h]	TOTAL [Kwatt/h]
584280,0000	316485,0000	900765,0000
593424,0000	321438,0000	914862,0000
602640,0000	326430,0000	929070,0000
611928,0000	331461,0000	943389,0000
621144,0000	336453,0000	957597,0000
630432,0000	341484,0000	971916,0000
639720,0000	346515,0000	986235,0000
649008,0000	351546,0000	1000554,0000

Figura 4. Energía dejada de servir residencial y no residencial

El paso 4 es calcular el costo ENS (energía no suministrada que básicamente es una mediada en unidades monetarias del daño económico o social que sufren los clientes) ; y el costo de energía del SEP con las formulas 5 y 6 respectivamente; los resultados se observan en la figura 5.

$$CENS = \left( EDSR * \frac{ENSr}{100} \right) + (EDSNR * ENSnr) \quad (5)$$

Al ENSr se lo divide para 100 ya que al estar en centavos se lo transforma a dolares, en cambio el dato de ENSnr ya esta en dolares.

$$CESEP = \frac{Ksep}{100} * [(EDPAR + EDPANR) - (EDSR + EDSNR)] \quad (6)$$

COSTO ENS [USD]	COSTO ENERGIA SEP [USD]	COSTO TOTAL [USD]
USD 1.704.150,00	USD 8.481.603,24	USD 10.185.753,24
USD 1.730.820,00	USD 8.614.340,59	USD 10.345.160,59
USD 1.757.700,00	USD 8.748.123,12	USD 10.505.823,12
USD 1.784.790,00	USD 8.882.950,82	USD 10.667.740,82
USD 1.811.670,00	USD 9.016.733,35	USD 10.828.403,35
USD 1.838.760,00	USD 9.151.561,06	USD 10.990.321,06
USD 1.865.850,00	USD 9.286.388,76	USD 11.152.238,76
USD 1.892.940,00	USD 9.421.216,46	USD 11.314.156,46
		<b>USD 85.989.597,41</b>

Figura 5. Costo ENS y Costo de energía de SEP

Los efectos que producirán las variantes son diferentes cada año, un capital Bo actual aumenta su valor en función de una tasa de interés de descuento ri [rate] como se muestra en la formula 7. y sus resultados en la figura 6.

$$= (1 + ri)^t \quad (7)$$

Fc TOTAL	AÑO	(1+r)^t
0,67	0	1
0,67	1	1,12
0,67	2	1,2544
0,67	3	1,404928
0,67	4	1,57351936
0,67	5	1,762341683
0,67	6	1,973822685
0,67	7	2,210681407

Figura 6. Capital en aumento y Fc total

El siguiente paso es llegar a calcular el costo de lo que implica cambiar al conductor mediante la formula 8 , como se puede observar se necesita costo total de inversión durante su vida útil (Ki) el cual se calcula con la formula 9.

$$Costo = \frac{Ki}{(1 + ri)^t} \quad (8)$$

$$Ki = (CostoConductor / Km) * LongitudConductor * NumeroConductores \quad (9)$$

El costo del conductor por kilómetro así como la longitud y el numero de conductores ya los tenemos como dato a estos se los observa en la figura 7.

	Tipo	COSTO (USD / Km)	Longitud (Km)
viejo	ACSR Calibre 2	250	35
nuevo	Calibre 1/0	340	35

Figura 7. Datos Para calculo Ki

Con estos datos se tiene el siguiente valor de Ki:

$$Ki = 47600$$

El siguiente paso es calcular el beneficio esto nos indica el provecho que tendremos al cambiar el conductor ; para esto usaremos los datos de la figura 8; con estos datos como primer paso obtendremos la diferencia en perdidas con la formula 10.

		Resistencia (ohm/Km)	Voltaje Linea (KV)	Cp USD/kwh	Ksep (USD)
Tiempo equivalente (Te) en h	viejo	0,87632696	13,2	0,05	80
4000	nuevo	0,551895587	13,2	0,05	80

Figura 8. Datos para calculo de Beneficio

$$DiferenciaEnPerdidas = (R2 - R1) * L * \frac{0,001}{UI * UI} * (Cp * Te * Ksep) \quad (10)$$

$$DiferenciaEnPerdidas = 0,018247403$$

Los resultados de nuestro calculo se muestran en la figura 9; donde se indica ademas la razon Beneficio Costo, la misma que no ayudara a determinar si es proyecto es factible o no.

COSTO [USD]	BENEFICIO [USD]	RBC
47600,000	1201650,319	25,2447546
42500,000	1106746,750	26,04110001
37946,429	1019097,951	26,85622836
33880,740	938172,391	27,69043406
30250,661	863075,052	28,53078369
27009,518	793820,756	29,39040772
24115,641	729806,599	30,26279036
21531,823	670671,739	31,14793161

Figura 9. Resultados obtenidos y RBC

La figura 9 nos muestra que la RBC si es mayor a 1 y que el proyecto es factible desde el año 0 es decir desde ahora.

## VII. CONCLUSIONES

- Para los problemas que son resueltos mediante modelos matemáticos es necesario el uso del método de los costos anuales que serán evaluados en la función objetivo del modelo y para los problemas de selección de variantes, se utilizarán el método de la Razón Beneficio Costo [RBC], el método del Valor Actual Neto [VAN].
- Se determina que si  $RBC > 1$  entonces el proyecto es admisible; es lo mismo que el VAN o VNA
- Hay que tener presente que el capital no es estático y que su cambio esta a lo largo de los años de vida útil de la inversión.

## REFERENCIAS

- [1] Victor Emilio Calle, Jaime Oswaldo Gualpa ; Determinación de los costos de energía no suministrada; Universidad Politécnica Salesiana.
- [1] Convenio UPS- CENTROSUR; Metodología de evaluación del costo de la energía no suministrada.
- [2] Daniel Muguerza, Ernesto Kerszberg; Valor de la confiabilidad en el sistema eléctrico , la discucion metodologica para su determinación.
- [3] Diapositivas expuestas en Clase.