Controladores con multiSIM





Dr. Julio R. García Villarreal San José State University San José, California - EE.UU.

Indice

Página

Control de Procesos	4
Control manual de un proceso	4
Variables del control de procesos	5
Diagrama de bloques del control de procesos	5
Tipos de Sistemas de Control	8
El Controlador electrónico	10
El Controlador electrónico en el Multisim	10
1. Voltage Gain Block (Controlador Proporcional)	12
2. Voltage Differential (Controlador Derivativo)	14
3. Voltage Integrator (Controlador Integrativo)	16
4. Voltage Summer (Sumador)	18
Ejemplo de simulación de un control de procesos	20
Tabulación de la señal de la Interfase de Entrada	22
Tabulación de la señal del Set Point	23
Almacenamiento de la señal de la Interfase de Entrada en el Multisim	24
Almacenamiento de la señal del Set Point en el Multisim	26
El Sumador con las señales de la Interfase de Entrada y Set Point	28
El Controlador Proporcional con el Sumador y señales de entrada	30
Activación de los nodos en el circuito, con el Multisim	32
Configuración del Análisis Transiente para el Controlador Proporcional	34
Presentación de las señales en el Controlador Proporcional	38
Grosor y color para la presentación de las señales de salida	39
El Controlador Derivativo con el Sumador y señales de entrada	42
Configuración de los parámetros del Controlador Derivativo	44
Configuración del Análisis Transiente para el Controlador Derivativo	45
Presentación de las señales del Controlador Derivativo	49
El Controlador Integrativo con el Sumador y señales de entrada	50
Configuración de los parámetros del Controlador Integrativo	52
Configuración del Análisis Transiente para el Controlador Integrativo	53
Presentación de las señales del Controlador Integrativo	57
El Controlador Proporcional Integrativo Derivativo (PID)	58
Determinación de los nodos del Controlador PID	59
Configuración del Análisis Transiente para el Controlador PID	60
Presentación de las señales del Controlador PID	63

Este material está basado en un proyecto apoyado por la National Science Foundation (NSF) conforme al Grant No. 0411330.

Cualquier opinión, descubrimiento y conclusiones o recomendaciones expresados en este material son del autor y no necesariamente reflejan las opiniones de la National Science Foundation (NSF).

> El Análisis Transiente estudia la respuesta de los circuitos, en tiempos muy cortos. En las páginas siguientes y utlizando el Multisim, se describe la respuesta de los circuitos cuando a sus entradas se aplican señales variables durante un tiempo de diez milisegundos.

Control de Procesos

La medición y el control del proceso son partes esenciales de toda industria porque mejora la calidad, aumenta la cantidad y reduce el costo de lo fabricado.

Control Manual de un Proceso

La figura 1 describe el control manual de un intercambiador de calor en donde se trata de obtener, en la salida, agua caliente con una temperatura de 50° C, .



El agua fría contenida en el recipiente se calienta mediante el calor proporcionado por el vapor que circula por una cañería en forma de serpentín. En la figura 1 podemos apreciar que el operador está observando la lectura del termómetro y la compara con el cartel que le indica «Mantener salida del agua a 50° C».

Si el termómetro marca más de 50° C, el operador cerrará poco a poco la llave de entrada del vapor hasta alcanzar la temperatura de 50°C. Si el termómetro registra menos de 50° C, el operador abrirá poco a poco la llave de entrada del vapor hasta que la salida del agua alcance la temperatura de 50° C.

Variables del Control de Procesos

En todo control de procesos, hallamos las variables siguientes:

Variable controlada: En la figura 1, viene a ser la temperatura de salida del agua.

- Variable manipulada: En la figura 1, es el ingreso del vapor. Controlando el flujo del vapor, regularemos la salida del proceso.
- Variable perturbadora: Son todos los parámetros que desestabilizan el sistema. En nuestro ejemplo de la figura 1, la variable perturbadora es el flujo de entrada de agua fría.

Diagrama de Bloques del Control de Procesos



El diagrama de bloques de la figura 1 es el siguiente:

En donde:

Entrada:	corresponde a la entrada del vapor.
Proceso:	equivale al tanque intercambiador de calor.
Perturbaciones:	equivale al ingreso de agua fría.
Sensor:	reemplaza al termómetro.
Set Point:	equivale al cartel que le indica al operador mantener la
	temperatura de salida del agua a un cierto valor.
Sumador:	equivale a la comparación que realiza el operador entre la lectura
	del termómetro y el cartel.
Controlador:	reemplaza al operador.
Actuador:	equivale a la llave de control de ingreso del vapor.

Mide la salida del Proceso y la transforma en una señal eléctrica. Los sensores pueden ser de: nivel, presión, temperatura, flujo, viscosidad y otros más.

Interfase de Entrada

Acondiciona la señal eléctrica entregada por el Sensor y la convierte a un formato aceptable por el Controlador.



Laboratorio Virtual MultiSIM

Figura 3. Sensor de temperatura

Set Point

También Ilamado: valor deseado, consigna o punto de referencia, es un valor que el Controlador debe tratar de mantener en la salida del proceso.



Figura 4. Instrumentos ajustados al valor del Set Point.

Sumador de Voltaje

Suma el voltaje de señal proveniente de la Interfase de Entrada con el valor de referencia (Set Point) y la envía al Controlador.

El Controlador

Procesa la información proveniente del Sumador y produce una señal de salida (señal de corrección) que la envía al Actuador mediante la Interfase de Salida







Figura 7. Actuador.

El Actuador

También llamado elemento final de control, se encarga de alterar la variable de entrada (en nuestro ejemplo es el vapor) para estabilizar la salida del proceso.



Interfase de Salida

Controlador para que sea

capaz de activar el Actuador adecuadamente.

Acondiciona la señal eléctrica entregada por el

Tipos de Sistemas de Control

- 1. Control Lógico Programable (PLC).
- 2. Sistema de Control Distribuído (DCS).
- 3. Computadoras Personales (PC).

Control Lógico Programable (PLC)

Es un dispositivo que fue desarrollado para reemplazar los circuitos secuenciales de relays para el control de procesos. El **PLC** trabaja chequeando sus entradas y dependiendo de sus estados, cambia sus salidas a **ON/OFF**. El usuario ingresa un programa, vía software, con los resultados que desea obtener.



Figura 9. PLC típicos.

Sistema de Control Distribuído (DCS)

Están basados en circuitos electrónicos o módulos dedicados especiales para el control independiente de la temperatura, presión, caudal u otras variables.



Figura 10. Sistema de Control Distribuído.

Computadoras Personales (PC)

Monitorean todo el proceso industrial calculando en tiempo real los puntos de referencia o Set Point y los envía a los Sumadores de Voltaje de Controladores individuales, externos al computador.



Figura 11. Combinación del Sistema Distribuído y la PC.

El Controlador Electrónico

El Controlador Electrónico está compuesto por uno o más Amplificadores Operacionales (Op Amp) en configuración: Inversor, Integrador, Derivador. Estas configuraciones del Op-Amp se conocen con los nombres de: Proporcional (P), Integrativo (I), Derivativo (D), respectivamente.

En la práctica se suelen emplear dos o más acciones de control, originando Controladores complejos denominados: Proporcional-Integrativo (**PI**), Proporcional Derivativo (**PD**), Proporcional-Integrativo-Derivativo (**PID**), etc.

El Controlador Electrónico en Multisim

El Multisim incorpora una serie de módulos para la simulación del control de procesos; entre ellos tenemos:

- 1. Voltage Gain Block o Controlador Proporcional.
- 2. Voltage Differential o Controlador Derivativo.
- **3.** Voltage Integrator o Controlador Integrativo.
- 4. Voltage Summer o Sumador.

Todos los módulos de control, excepto el Voltage Summer, tienen el esquema siguiente:



Nota: La entrada y/o salida no utilizadas se deben de conectar a tierra.

Para acceder a los módulos de control o Controladores, desde el Multisim, proceda así:

🧇 h	Aultis	im - [!	Circui	11]									
	<u>F</u> ile	Edit	Yiew	Place	Simulate	Transfer	Tools	<u>R</u> eports	Options	Window	Help		8×
	1 🖻		X 电	8 6	• •	@ Q Z	: I III '	8 2 1	₩ *		•]?	11
÷	王											^	لقا
-1010-	0,												1000 1000
-1+	~~~												**
K	*			Co	n el mous	se, haga c	lic aqu	í y apare	cerán las	s ventana	IS		***
\$>	-#.			mo	stradas a	continua	cion.						****

۹ »	🕐 Multisim - [Circuit1]						
	<u>F</u> ile	Edit Yiew Place Si	mulate T <u>r</u> ansfer <u>T</u> oo	ols <u>R</u> eports <u>O</u> ption	s <u>W</u> indow <u>H</u> el	p	8 ×
		8 % b c 6	Q Q Q B		▼ 🖽 🛛	· ? 💷	11
+	₹	Select a Compone Database:	nt Component:	Symbol (ANSI)		<u>^</u>	
□馈供妆★☆	Z 🕈 🛧 ≵ 💈	Multisim Master Group: Sources Family: POWER_SOURC SIGNAL VOLTAG	CURRENT_LIMITER_BL CURRENT_LIMITER_BL DIVIDER MULTIPLIER NONLINEAR_DEPENDE POLYNOMIAL_VOLTAGE TRANSFER_FUNCTION VOLTAGE_CONTROLLE		OK Close Search Print Model		
		 SIGNAL_CURRE CONTROL_FUNC CONTROLLED_V CONTROLLED_C Con el mouse, haga clic aquí. Aparecerá esta 	VOLTAGE_DIFFERENT# VOLTAGE_GAIN_BLOCK VOLTAGE_HYSTERISIS VOLTAGE_INTEGRATOF VOLTAGE_LIMITER VOLTAGE_SLEW_RATE VOLTAGE_SUMMER	Function: Current Limiter Block Model Manuf, \ID: Generic\CURLIMIT	- Help		
」	-	Aparecera esta / ventana con los módulos de control		Footprint Manuf.\Type:		×	

🥩 Multisim	- [Circuit1]				-	
🔖 Eile Ed	lit Yiew Place Si	mulate T <u>r</u> ansfer <u>T</u> oo 9, 9, 0, 0, 18 E	ols <u>R</u> eports Options ■ 😵 🏠 🥖 😡 ৵ 🕶	Window Hel	, 	_ & ×
	Select a Component tabase: ultisim Master pup: Sources Mily: POWER_SOURC SIGNAL_VOLTAG SIGNAL_CURRE SIGNAL_CURRE CONTROLLED_V CONTROLLED_V CONTROLLED_C CONTROLLED_C	t Component: VOLTAGE_GAIN_BLOC CURRENT_LIMITER_BL DIVIDER MULTIPLIER NONLINEAR_DEPENDE POLYNOMIAL_VOLTAGE TRANSFER_FUNCTION_ VOLTAGE_CONTROLLE VOLTAGE_DIFFERENTI/ VOLTAGE_GAIN_BLOCK VOLTAGE_HYSTERISIS VOLTAGE_INTEGRATOF VOLTAGE_SLEW_RATE VOLTAGE_SUMMER VOLTAGE_SUMMER 2. Con el mouse, haga clic aquí.	Symbol (ANSI)	OK Close Search Print Model Help	 4. Con el mouse, haga clic aquí. 3. Con el mouse, haga clic aquí. 	
	Circuit1					()) ?

😻 Multi	isim - [I	Circuit1		
Eile	<u>E</u> dit	⊻iew	elace <u>S</u> imulate T <u>r</u> ansfer <u>T</u> ools <u>R</u> eports <u>O</u> ptions <u>W</u> indow	Help _ & ×
🛛 🗅 🖨		<u>ж</u> 🖻 і		· ? 💷 💷
			CONTROL_FUNCTION_BLOCKS	
÷ = ₩ 🕺	• 	<u>A1</u>	Label Display Value Fault	<u>لگا</u>
++ 🔫		к	Voltage Gain (E):	21 51 ****
* *		V/V	Input Offset Voltage (VOS): 0 V 🛨	
135 🔁	• 0	VUV	Output Offset Voltage (OVOS): O V	W2
ôv 📴			1 Por default la ganancia es la unidad. Si desea	
			cambiar la ganancia, haga clic aquí y escriba el	1. In the second
¥			nuevo valor de la ganancia.	
' 490-			valor de la ganancia del módulo	
-				
т _а Г				88
444				AGS
.com ⊀			Replace Aceptar Cancelar Info Ayuda	
	<			
2	Eir	rcuit1		< F

-	Multis	im - [Circuit1]	
	Eile h c=3	Edit Yiew Place Simulate Transfer Tools Reports Options Window Help	×8_
↓ + ~~ + × + + + + + + + + + + + + + + + +		Al En caso que Usted haya cambiado el valor de la ganancia del módulo (ejemplo K = 5), este cambio se mostrará en el símbolo del módulo.	

2. Voltage Differential (Controlador Derivativo)





entonces $Vout(t) = K \frac{d Vin}{dt}$

$$Vout(t) = K \frac{d Vin}{dt}$$



5. Luego de ingresados todos los parámetros, con el mouse, haga clic en **Aceptar**.

3. Voltage Integrator (Controlador Integrativo)

📽 Multisim - [Circuit1]							
jie ⊡ c≩	Edit Yiew Place Si	mulate T <u>r</u> ansfer <u>T</u> oo ④ ●	ls <u>R</u> eports Options II 😵 🏊 🎸 🋺 🝌 🗸	<u>W</u> indow <u>H</u> elp) T 2 (57)	8×	
↓	Select a Compone Database: Multisim Master Group: Sources Family: POWER_SOURC SIGNAL_VOLTAG SIGNAL_VOLTAG SIGNAL_CURRE CONTROLLED_V CONTROLLED_V CONTROLLED_C CONTROLL	nt Component: VOLTAGE_INTEGRATO CURRENT_LIMITER_BL DIVIDER MULTIPLIER NONLINEAR_DEPENDE POLYNOMIAL_VOLTAGE TRANSFER_FUNCTION VOLTAGE_CONTROLLE VOLTAGE_DIFFERENTI/ VOLTAGE_DIFFERENTI/ VOLTAGE_GAIN_BLOCK VOLTAGE_INTEGRATOF VOLTAGE_LIMITER VOLTAGE_SLEW_RATE VOLTAGE_SUMMER 2. Con el mouse, haga clic aquí.	Symbol (ANSI)	OK Close Search Print Model Help	 4. Con el mouse, haga clic aquí. 3. Con el mouse, haga clic aquí. 		
Ī	Eircuit1						

(،	Multis	im - [Circuit1]	
	<u>F</u> ile	Edit Yiew Place Simulate Transfer Tools Reports Options Window Help	8×
) 😅		11
Solution = 1		La salida del Controlador Integrativo es: $Vout(t) = \frac{1}{R.C} \int (Vin(t) + Vi_{off}) dt + Vo_{ic}$ considerando: $K = \frac{1}{R.C} (expresado en segundos)$ $Vi_{off} = 0 (input offset voltage)$ $Vo_{ic} = 0 (output initials conditions)$	
MISC Y		entonces $Vout(t) = K \int vin(t) dt$	

-

Esta ecuación nos indica que la salida del Controlador Integrativo es el producto de la integral del voltaje de entrada por la constante K. A la constante K se le conoce como: ganancia de voltaje.

 $Vout(t) = K \int vin(t) dt$

🐲 N	Aultis	im - [Circuit1]		_ 🗆 🗙
	File	Edit Yiew Place	Simulate Transfer Tools Reports Options Window He	
			ਡ <i>ď ď ď ď</i> ľ ľ ⊞ ∂ 5• à ™ ∿ • ⊞	
= 爆使 \$ ★ \$ \$ \$			CONTROL_FUNCTION_BLOCKS Image: Second se	3. Con el mouse, haga clic aquí y luego escriba el valor del Vcc disminuído en 2 voltios .
67 № 1 № 2 - 1		ingresar los parámetros, con el mouse haga doble clic en el símbolo del bloque y aparecerá esta ventana.	Limit Smoothing Range (VS): 1e-006 V ÷ Output Initial Conditions (OVIC): 0 V ÷ 2. Con el mouse, haga clic aquí y luego escriba el valor de K. Replace Aceptar Cancelar Info Ayuda	4. Con el mouse, haga clic aquí y luego escriba el valor del +Vcc disminuído en 2 voltios .
	-	📚 Circuit 1		() ()

5. Luego de ingresados todos los parámetros, con el mouse, haga clic en **Aceptar**.

-

4. Voltage Summer (Sumador)



La salida del Sumador es:

Vout = Kout [KA (VA + VA_{off}) + KB (VB + VB_{off}) + KC (VC + VC_{off})] + Vo_{off}



considerando:

$VA_{off} = 0$	(input A offset voltage)
$VB_{off} = 0$	(input B offset voltage)
$VC_{off} = 0$	(input C offset voltage)
$Vo_{off} = 0$	(output offset voltage)

entonces:

Bloque del Voltage Summer (Sumador)

Vout = Kout (KA.VA + KB.VB + KC.VC)

```
Vout = Kout (KA.VA + KB.VB + KC.VC) (ecuación del Sumador)
```

en donde: KA: Input A gain (ganancia de la entrada A). KB: Input B gain (ganancia de la entrada B). KC: Input C gain (ganancia de la entrada C). Kout: Output gain (ganancia de la salida). VA, VB, VC: Señales de entrada.

Si consideramos KA= KB = KC = Kout = 1 entonces la salida del Sumador es igual a la suma aritmética de las señales de entrada.

Para ingresar los parámetros del Sumador, proceda de la manera siguiente:



^{5.} Luego de ingresados todos los parámetros, con el mouse haga clic en Aceptar.

Ejemplo de Simulación de un Control de Procesos

En el diagrama de bloques de la figura 12, observamos las señales que entregan el Sensor, la Interfase de Entrada y el Set Point. La resultante de la suma de las señales de la Interfase de Entrada y del Set Point, realizado por el Sumador, se aplica a la entrada del Controlador.



Figura 12. Diagrama de bloques de un control de procesos con señales del Sensor, Interfase de Entrada y Set Point.

A continuación simularemos, con el Multisim, el comportamiento del Sumador y el Controlador en sus distintas configuraciones o acciones de control (Proporcional, Derivativo, Integrativo y Proporcional-Integrativo-Derivativo) ejecutando los pasos siguientes:

Paso 1: Tabulamos la señal de la Interfase de Entrada y el Set Point.

Paso 2: Almacenamos la tabulación de las señales en el Multisim.





Figura 13. Circuito del Controlador con dos fuentes de señales (Interfase de Entrada y Set Point) y un Sumador.

- Paso 4: Incorporamos el Controlador Proporcional (P) y observaremos las señales de la Interfase de Entrada, Set Point, Sumador y salida del Controlador Proporcional.
- Paso 5: Reemplazamos el Controlador Proporcional por el Controlador Derivativo (D) y observaremos las señales de la Interfase de Entrada, Set Point, Sumador y salida del Controlador Derivativo.
- Paso 6: Reemplazamos el Controlador Derivativo por el Controlador Integrativo (I) y observaremos las señales de la Interfase de Entrada, Set Point, Sumador y salida del Controlador Integrativo.
- Paso 7: Insertamos los Controladores Proporcional, Derivativo e Integrativo (PID) y observaremos las señales de entrada y salida del PID.

Para desarrollar nuestro ejemplo, considere lo siguiente:

- 1. El Controlador Proporcional (P) tendrá una ganancia igual a la unidad.
- Los Controladores Derivativo (D) e Integrativo (I) tendrán una constante RC = 1 milisegundo.
- 3. El Sumador tendrá ganancia igual a la unidad.
- 4. Todo el sistema electrónico se alimentará con +VCC = 15 y -Vcc = -15
- 5. En todos los Controladores, emplee la entrada No-Inversora y la salida Inversora.



Tabulación de la señal de la Interfase de Entrada

En una tabla, escribimos las coordenadas de los puntos fijados.

Notas

- **1.** En la tabla, se especifica el Time en segundos y el Voltage en voltios.
- El Multisim trabaja con funciones continuas. Por esta razón, observe que en los puntos 3, 5, 7, 9, 11 y 13, le hemos agregado un millonésimo de segundo para indicarle al Multisim que la señal es una función continua (recuerde que por el estudio de Límites, cuando para un solo valor en el eje «x» le corresponden dos valores diferentes en el eje «y», la función es discontinua)

Punto	Time (s)	Voltage
1	0	0
2	0.001	0
3	0.001001	4
4	0.002	4
5	0.002001	-6
6	0.004	-6
7	0.004001	2
8	0.005	2
9	0.005001	-8
10	0.007	-8
11	0.007001	1
12	0.008	1
13	0.008001	0
14	0.009	0

Tabulación de la señal del Set Point



En una segunda tabla, escribimos las coordenadas de los puntos fijados en el paso anterior

Punto	Time (s)	Voltage
1	0	3
2	0.009	3

En vista que la señal del Set Point es una línea recta, bastará con tomar dos puntos (al comienzo y al final de la recta) para que quede definida matemáticamente.

Almacenamiento de la señal de la Interfase de Entrada en el Multisim

🥮 Multis	im - [Circuit1]					X
j 📚 File	Edit Yiew Place Si	mulate T <u>r</u> ansfer <u>T</u> oo €	ls <u>R</u> eports Options ■ 😚 🏠 🥖 起 🚸 ▾	Window Hel	P	Ð×
	■ Select a Compone Database: Multisim Master Group: ▼ Sources Family: ♥ POWER_SOURC ♥ SIGNAL_VOLTAG ♥ SIGNAL_CUBRE ♥ CONTROL_FUNC ♥ CONTROLLED_V ♥ CONTROLLED_C ♥ CONTROLLED_C ♥ CONTROLLED_C	nt Component: PIECEWISE_LINEAR_V AC_VOLTAGE CLOCK_VOLTAGE EXPONENTIAL_VOLTAGE FM_VOLTAGE PIECEWISE/LINEAR_VO PULSE_VOLTAGE WHITE_NOISE 3. Con el mouse, haga clic aquí 2. Con el mouse, haga clic aquí	Symbol (ANSI)	Close Search Print Help nouse, quí		
-	📚 Circuit1				<u>.</u>	2



Punto	Time (s)	Voltage
1	0	0
2	0.001	0
3	0.001001	4
4	0.002	4
5	0.002001	-6
6	0.004	-6
7	0.004001	2
8	0.005	2
9	0.005001	-8
10	0.007	-8
11	0.007001	1
12	0.008	1
13	0.008001	0
14	0.009	0



Tabulación de la señal de la Interfase de Entrada

æ.	Multis	im - [Circuit	1]											-		×
	Eile	Edit	<u>V</u> iew	Place	<u>S</u> imulate	T <u>r</u> an	sfer (<u>T</u> ools	Repo	rts !	Options	₩i @	indow <u>H</u> elp	- 0		! m	5×
┙┙┙┓ ┙ ┙ ┙ ┙ ┙ ┙ ┙ ┙ ┙ ┙ ┙ ┙ ┙ ┙ ┙ ┙ ┙				PWL V	D Itage Display Open Data Enter Point	Value File	Fault Fault Time 0	Anal	ysis Setu	∳ l up] Browse			2. Con la cursor de ubíquese escriba e Voltage o (en nues cero).	s llaves el teclad e aquí y el segur le la tal tro case	s de do, / ndo bla o es		
				1. C clic el se tabla es C	con el mo aquí, lue egundo ⁻ a (en nuo).001).	ouse, h go es Fime c estro c	naga criba le la caso	ancelar	In	fo	Ayuda		4. Con las cursor de ubíquese escriba e Voltage d nuestro c así suces	s llaves l teclad aquí y l tercer e la tab aso es ivamer	de lo, bla (en 4) y nte.		
*		Ci	rcuit 1	<u>.</u>				3. (ubí tab	Con las quese la (en	s Ilav aqu nues	ves de co í y escr stro caso	urs iba	or del tecla a el tercer T s 0.001001	ido, ïme de).) la	• •	1

Luego de haber ingresado los catorce puntos de la señal de la Interfase de Entrada; con el mouse haga clic en **Aceptar** para grabar la información

Almacenamiento de la señal del Set Point en el Multisim.



Punto	Time (s)	Voltage
1	0	3
2	0.009	3



Tabulación de la señal del Set Point.



Luego de haber ingresado los dos puntos de la señal del Set Point; con el mouse haga clic en **Aceptar** para grabar la información

El Sumador con las señales de la Interfase de Entrada y Set Point.

Insertaremos el Sumador.

🍩 Multi	sim - [Ejemplo]				-	
🕸 <u>F</u> ile	Edit Yiew Place Si	mulate T <u>r</u> ansfer <u>T</u> oo	ls <u>R</u> eports <u>O</u> ptions	<u>Window</u> <u>H</u> elp	þ	_8×
🗋 🗅 🚔		€, 	• * • • •		· ? 🖻	
+ ~ ☆ ↓ ☆ ↓ ☆ ↓ ☆ ↓ ☆ ↓ ☆ ↓ ☆ ↓ ☆ ↓ ☆ ↓ ☆	Select a Compone Database: Multisim Master Group: Sources Family: POWER_SOURC SIGNAL_VOLTAG SIGNAL_CURRE CONTROLLED_V CONTROLLED_V CONTROLLED_V CONTROLLED_V CONTROLLED_V Paga clic aquí.	nt Component: VOLTAGE_SUMMER CURRENT_LIMITER_BL DIVIDER MULTIPLIER NONLINEAR_DEPENDE POLYNOMIAL_VOLTAGE TRANSFER_FUNCTION VOLTAGE_CONTROLLE VOLTAGE_DIFFERENTI// VOLTAGE_GAIN_BLOCK VOLTAGE_AIN_BLOCK VOLTAGE_LIMITER VOLTAGE_SLEW_RATE VOLTAGE_SUMMER 2. Con el mouse haga clic aquí.	Symbol (ANSI)	OK Close Search Print Help	 4. Con el mouse haga clic aquí. 3. Con el mouse haga clic aquí. 	
	Ejemplo			0	1	7



Multis	sim - (Ejemp	ilo]									X
Eile	Edit	Yiew	Place	<u>S</u> imulate	Transfer	<u>I</u> ools <u>R</u> ej	ports Op	tions <u>W</u> in	dow <u>H</u> elp			8 ×
) 🖻		X 🗈		CONTRO	L_FUNCTI	ON_BLOCKS	į.		X	- ? 🖸	1	30.5
	÷	∂v1	• 	Label Inpu Inpu Inpu Inpu Inpu Outr Outr	Display Val t A Offset Vo it B Offset Vo it C Offset Vo it C Gain (KA) it C Gain (KC) but Gain (K): but Offset Vol	ue Fault Itage (VAOS): Itage (VBOS): Itage (VCOS): Itage (OVOS):	0 0 1 1 1 0	V V V V V V V V V V V	Image: Appuda	Haremos las ganancias de las entradas A, B, C y la salida iguales a la unidad. En este caso coinciden con los valores por default. Con el mouse haga clic en Aceptar .		
	<		r		III					3		
	📚 Ej	emplo									4 >	Z



El Controlador Proporcional con el Sumador y señales de entrada.





🛷 Multisim - [Ejemplo]	
File Edit Yiew Place Simulate Transfer Tools Reports Options Window Help	_ & ×
+ 📃 CONTROL_FUNCTION_BLOCKS	<u> </u>
👐 🔍 Label Display Value Fault	1000 1000
K Mail Voltage Giam (E): 1 V/V → T> #	-
The Input Offset Voltage (VOS):	
the contract of the set Voltage (0VOS): 0 V ÷	E
De acuerdo a las consideraciones del ejemplo,	
la ganancia del Controlador Proporcional es	
Y Image: Image	
Con el mouse baga clic en Acentar	
1	
*	
Replace Aceptar Cancelar Info Ayuda	× 🖾
li internet interne	



Activación de los Nodos en el Circuito, con Multisim

Un nodo es un punto de unión de dos o más componentes en un circuito. El nodo es importante porque sirve como punto de referencia para observar los gráficos que querramos en puntos específicos del circuito.

Por esta razón conviene activar la presentación de los nodos, en caso que no esté activada, del modo siguiente:



Laboratorio Virtual MultiSIM





Configuración del Análisis Transiente para el Controlador Proporcional.

NO ENCIENDA EL SWITCH del Multisim.

Siga el procedimiento siguiente:



📽 Multisim - [Ejemplo]	
File Edit Yiew Place Simulate Transfer Tools Reports Options Window He	
Transient Analysis Analysis Parameters Output variables Minitial Conditions Automatically determine initial conditions Parameters Start time (TSTART) End time (TSTOP) 0.001 sec Reset to default 2. Con el mouse, haga clic aquí y escriba el End time que de acuerdo a las señales es 10 ms osea 0.01 seg Moe >> Image: Simulate Apply Cancel Help	1. Con el mouse, haga clic aquí y escriba el Start time que de acuerdo a las señales es cero
Ejemplo	▲ ►

3. Con el mouse, haga clic en Output variables



- 36 -

Laboratorio Virtual MultiSIM

🕫 Multisim - [Ejemplo]	X
Image: Second	8×
+ Transient Analysis	لقا
Analysis Parameters Output variables Miscellaneous Options Summary	6074
- Variables in circuit Selected variables for analysis	**
★ All variables	*
1) \$2 sign sign sign sign sign sign sign sign	
seleccionarlo	
aa2#branch_1_0	
vv1#branch vv2#branch 2. Con el mouse,	
Remove Add	
Filter Unselected Variables	
	288
More >> Simulate Apply Cancel Help	AG.
	AG
	HAG
Ejemplo 💽	1

📽 Multisim - [Ejemplo]	X
File Edit Yiew Place Simulate Transfer Tools Reports Options Window Help	Ð×
┃ D 2 ■ % � @ @ @ @ @ @ @ @ @ @ @ % > 2	11
+ Transient Analysis	القا
 Analysis Parameters Output variables Miscellaneous Options Summary Variables in circuit All variables All variables All variables All variables Selected variables for analysis All variables All variables Selected variables for analysis All variables All variables	
Filter Unselected Variables More >> Simulate Apply Cancel Help	
🔯 Ejemplo	2

Laboratorio Virtual MultiSIM

🍘 Multisim - [Ejemplo]	
Image: Second state Transfer Tools Reports Options Window Help □	_8×
 Transient Analysis Analysis Parameters Output variables Miscellaneous Options Summary Variables in circuit All variables <	
T Filter Unselected Variables Image: Simulate Apply Cancel Help	



Presentación de las señales del Controlador Proporcional



Por la leyenda de colores del Transient Analysis:



El color **rojo** (nodo 3) le corresponde a la señal de salida del **Sumador**.

El color **azul** (nodo 1) le corresponde a la señal de la **Interfase de Entrada.**

El color **amarillo** (nodo 2) le corresponde a la señal del **Set Point.**

El color **verde** (nodo 4) le corresponde a la señal de salida del **Controlador Proporcional**.

Grosor y Color para la presentación de las señales de salida.

La presentación de las señales en el Analysis Graphs tienen un grosor de un punto tipográfico con la finalidad de poder realizar las mediciones con precisión.

Sin embargo, para poder distinguir las señales unas de otras, hemos optado por aumentar el grosor de las líneas en 10 puntos para el color rojo, 7 puntos para el color azul, 4 puntos para el color verde y 4 puntos para el color amarillo, de la manera siguiente:

1. Con el mouse haga clic en Edit.

An	alysis Graphs				0
le	Lindo				1
2	UNUO		V V V V V V V V V V V V V V V V V V V	^	F
ra	Cut				
	Paste	T ' 1	S3		
	flee Beere	Ejemplo	\$1		
	Liear Pages	Transient Analysis	\$2		
	Copy Properties		\$4		
	Paste Properties				
	Page Properties				
- L	Properties				
10					
>	-2.5				
	-5.0				
	-7.5				
1	10.0	_	ii		
	0	2.5m 5.0m	7.5m 10.0m		
		Time (S)			
t pr	operties			×	IJ
	😻 Ejemplo			4 4	

2. Con el mouse haga clic en Properties.

		1. Con el mou	se, haga clic	en Traces	
			/		
2. Para	seleccionar el número de no	odo, con el mouse,	haga clic		
aqui pai	a avalizal, o haga ciic aqui j				
Water Channel 1					
 Muttisim - [cjempto] 					
🥙 Analysis Graphs					Ð×
Graph Properties					11
	I I DI MARIA I TANÀN	1		^	اقا
General Left Axis Bottom	Akis Right Axis Top Axis Traces	1	Inalysis	3. El	150500 4334
Trace 1	Label \$3		- \$3	número del	
	Trankla		- \$1 \$2	nodo 3 apareció en	**
Pen Size 1	- Joampie		\$4	esta	
			_	ventana. En	
Color 📕 Red				Trace es 1	
				-pero el nodo	
-X Range	Range Ulfsets			(que es lo	
Bottom Axis	(• Left Axis X Offset 10		-	interesa) es	
C Top Axis	C Right Axis Y Offset	Auto-Sep.	-	el número 3.	
					202
Acentar 1 C	ancelar Bestore Ani	icar Avuda	10.0m		5050
				~	-HG
Ejemplo				<u> </u>	
	4	El grosor de la lí	nea lo poder	nos	
	a	umentar o disminu	ir haciendo o	clic, con	
	е	l mouse, en las ler	nguetas del F	Pen Size	
	5 También podemos	cambiar el color d	ما		
	trazo de la señal haci	endo clic, con el m	ouse,		
	en la lengueta del Co	lor			
		1			
6. Lue necesa	go de nacer todos los camb arios, con el mouse hada clid	os que creamos cen Aceptar .			
	,				

Laboratorio Virtual MultiSIM

📽 Analysis Graphs	-				5 ×
Graph Properties		1-1-1	· ? 🖻		11
General Left Axis Bottom Axis Right A Trace 1 : La Pen Size 10 :	xis Top Axis Traces el \$3 ample Offsets	AnalysisX \$3 \$1 \$2 \$4	Observe que hemos cambiado el grosor del nodo 3 a 10 puntos tipográficos		
Bottom Axis C Top Axis C Top Axis Aceptar Cancelar	X Offset 0 Y Offset 0 Auto-Sep. Restore Aplicar Ayuda	10.0m	>	>	

🛷 Analysis Graphs 📃 🗖 🗙		7×
Graph Properties	- ? <u>@</u>	11
General Left Axis Bottom Axis Right Axis Top Axis Traces	^	لقا
Trace 3 🕂 Label \$2		
Pen Size 4 Sample \$1 \$2 \$4	En este caso	
Color Yellow Silver	cambiado el grosor	
Red ge Urrsets Bottom Yellow	-a 4 puntos tipográficos	
C Top Ax Blue Fuchsia ight Axis Aqua	ha cambiado	
	ei color por amarillo	·····
Aceptar Cancelar Restore Aplicar Ayuda 10.0m		AG
Time (S)	~	

El Controlador Derivativo con el Sumador y señales de salida.

Tomamos el circuito de la página 31, en donde tenemos alambrado la señal de la Interfase de Entrada, el Set Point, el Sumador y el Controlador Proporcional. Este Controlador Proporcional debemos removerlo para reemplazarlo por el Controlador Derivativo.



Eliminado el Controlador Proporcional, procedemos a insertar el Controlador Derivativo del modo indicado en la página siguiente.

Laboratorio Virtual MultiSIM

🐨 N	lultis	im - [Circui	t1]										-		×
	File	Edit	<u>Y</u> iew	Plac	:e <u>S</u> i <i>I</i>	mulate	T <u>r</u> ansf	fer <u>T</u> oc	ls <u>R</u> eports ⊞ ⊖\$ <mark>∧ ⊿</mark>	Options	<u>₩</u> indow	Help	- 2	(Tat)	£	7 ×
		Datat Multi Group Famile D D T T D D T D D D D D D D D D D D D	elect a pase: isim Mas o: Sources y: POWEF SIGNAL SIGNAL SIGNAL CONTR CONTR CONTR CONTR CONTR CONTR CONTR CONTR CONTR CONTR CONTR CONTR CONTR CONTR CONTR CONTR	a Con ter 3_SOU VOL" 0L_FL 0LLEU 0LLEU el	RC RC RC RC P_V C	nt Compon VOLTAI CURRE DIVIDE MULTIF NONLIF POLYN TRANS VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA	ent: GE_DIFF NT_LIMI R PLIER NEAR_DI OMIAL_V FER_FU GE_CON GE_DIFF GE_GAIN GE_LIMI GE_SLEV GE_SUM Con el use, ga clic uí.	ERENTI ITER_BL OLTAGE NCTION_ TROLLE ERENTIC ITERISIS GRATOF TER M_RATE IMER	Symbol Symbol Function: Time-Derivativ Model Manuf. Generic\DIFF	(ANSI)	OK Close Search. Print Model.		 4. Con mouse haga caquí. 3. Con mouse haga caquí. 	el dic el		
		Ne Ci	rcuit1											3		Z

🧇 Multis	sim - [Ejemp	lo]								
🛛 🖗 File	Edit	Yiew X Da	Place	<u>S</u> imulate	T <u>r</u> ansfer	Tools	Reports	Options ₩ → •	Window	Help	×8_
+ ◇ + × ☆ ♀ ♀ ■ ◆ ● □		Entr	ada No	lnverso	ra Salida No A2 6 d/(1 V/V Entrada Inversora	Invers	Ot ora Co cir no el 5 Salida I Salida I ngresar la tivo, con	oserve qu ontrolado rouito, Mu odo 6 a la nodo 5 a nodo 5 a nodo 5 a	ue luego or Derivad ultisim ha a salida d a la salida a la salida netros d a se hacen	de insertar el lor y alambran numerado co el Sumador y a del Derivado	r el on el con or.

Configuración de los Parámetros del Controlador Derivativo

继 Multisim - [E	Ejemplo]	_ 🗆 🗙
File Edit	Yiew Place Simulate Transfer Iools Reports Options Window Help X 陶 配 圖 ④ ④ ④ ◎ ◎ 阳 囲 晗 為 ダ ፴ 叔 - 岡	· _∃⊻×
	CONTROL_FUNCTION_BLOCKS Image: Contract of the second	 Con el mouse, hacer clic aquí, borre y escriba 0.001 Con el mouse, hacer clic aquí, borre y escriba -13 Con el mouse, hacer clic aquí, borre y escriba 13 Con el mouse, hacer clic aquí, borre Son el mouse, hacer clic aquí, borre Son el mouse, hacer clic aquí, borre Son el mouse, hacer clic aquí, borre Son el mouse, hacer clic Son el mouse, hacer clic Son el mouse, hacer clic Sorre Sorre Son el mouse, hacer clic Sorre Sor

La salida del Controlador Derivativo es:

$$Vout(t) = K \frac{d Vin}{dt}$$

Por las consideraciones del ejemplo (ver página 21), la constante RC es de 1 milisegundo. Además, K = R.C expresado en segundos (ver página 14), entonces tenemos que: K = 0.001

Por las consideraciones del ejemplo (ver página 21), el Controlador Derivativo se alimentará con +Vcc = +15V y -Vcc = -15V entonces (ver página 15) el Output Voltage Lower Limit será -13 y el Output Voltage Upper Limit es: 13

Configuración del Análisis Transiente para el Controlador Derivativo

NO ENCIENDA EL SWITCH del Multisim.

Siga el procedimiento siguiente:



🥮 М	lultisim - [Ejemplo]		X
	<u>File Edit Yiew Place Simulate Transfer Tools Reports Options Window Help</u>		8×
		- ? (CI)	0
÷	Transient Analysis	1. Con el	1.21
4004	Analysis Parameters Output variables Miscellaneous Options Summary	mouse,	500 A
₩	Initial Conditions	haga clic -aquí v	20 ****
¥ ¥	Automatically determine initial conditions	escriba el	**
+2 ₽5	Parameters	Start time	****
E C	Start time (TSTART) 0 sec	acuerdo a	
6J	End time (TSTOP) 0.001 sec	las señales	
Ôv	2. Con el mouse.		
MISC	Maximum time step settings (IMAX) haga clic aquí y		
Ψ	C Minimum number of time points 100 escriba el End time que de		
Ð	C Maximum lime step (TMAX) 1e-005 sec acuerdo a las		
2.0	Generate time steps automatically Señales es 10 ms o sea 0.01 seg		28
L			
4	More >> Simulate Apply Cancel Help		AG.
.com		×	HAG
	Re riseale		-
	w cjempio	4 >	

3. Con el mouse, haga clic en Output variables







Mirando el circuito, los nodos que nos interesan son:

- nodo 1: Señal de la Interfase de Entrada.
- nodo 2: Señal del Set Point.
- nodo 6: Salida del Sumador.
- **nodo 5**: Salida del Controlador Derivador.

🤝 Mult	tisim - [Ejemplo]	
🛛 🔯 Eile	le <u>E</u> dit <u>Y</u> iew <u>P</u> lace <u>S</u> imulate T <u>r</u> ansfer <u>T</u> ools <u>R</u> eports <u>O</u> ptions <u>W</u> indow <u>H</u> elp	- 8 ×
	ᅊᇳᆝᄮᅆᅊᆝᅀᆖᇦᆝᅋᆂᇼᇯᇯᇯᆝᇃᅟᇔᅆᆦᇾᅌᆞᄹᄵᆋᆘᆞᆞᅋᆝᅟᅙᅶ	Ш
÷ D	ransient Analysis 🛛 🛛 🛃	
ana y	Analysis Parameters Output variables Miscellaneous Options Summary	500 500
-1+	Variables in circuit Selected variables for analysis	20 ##
*	All variables	**
+~ 75	aa1#branch_1_0 \$1 aa2#branch_1_0 \$2	****
5	vv1#branch vv2#branch \$6	
<mark>لله</mark>	> Add>	
Ôv		
MISC	< Hemove <	
Ψ		
-®-		
20		
_ –		
4	More >> Simulate Apply Cancel Help	AG3
-K		AG
	Riemplo 4	

En la lista **Selected variables** tenemos los nodos 1, 2, 5 y 6 seleccionados.

Para observar las señales de los nodos seleccionados, con el mouse haga clic en **Simulate**

Presentación de las señales del Controlador Derivativo.



Por la leyenda de colores del Transient Analysis:



El color **azul** (nodo 1) le corresponde a la señal de la **Interfase de Entrada.**

El color **amarillo** (nodo 2) le corresponde a la señal del **Set Point.**

El color **rojo** (nodo 6) le corresponde a la señal de salida del **Sumador.**

El color **verde** (nodo 5) le corresponde a la señal de salida del **Controlador Derivativo**.

Para el grosor y color de las señales, vea las páginas 39, 40 y 41.

El Controlador Integrativo con el Sumador y señales de entrada.

Tomamos el circuito de la página 43, en donde tenemos alambrado la señal de la Interfase de Entrada, el Set Point, el Sumador y el Controlador Derivativo. Este Controlador Derivativo debemos removerlo para reemplazarlo por el Controlador Integrativo.



Eliminado el Controlador Derivativo, procedemos a insertar el Controlador Integrativo del modo indicado en la página siguiente.

Laboratorio Virtual MultiSIM

≪ M	ultisi	im - [Circui	[1]											-		×
	File	Edit	¥iew % ि∎	<u>P</u> lac	ce <u>S</u> i	imulate • Q	T <u>r</u> ans	fer <u>T</u> oo	ls <u>R</u> eport	is Op 🥖 妃	tions √√ +	<u>Window</u>	<u>H</u> elp	- ?		 1) []	5 ×
+ ~~ + × ☆ \$P\$ 10 mm > 40 mm + ☆ \$P\$ 10 mm > 1 参 \$P\$		Datab Multi Group Family (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	elect a pase: sim Mast x Sources y POWER SIGNAL SIGNAL CONTR C	ter SOL _VOL _CUR OLLEI OLLEI el	IRC TAG JNC) C	Compor VOLTA CURRI DIVIDE MULTI NONLI POLYN TRANS VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA VOLTA	GE_INTE ENT_LIM ER PLIER NEAR_D IOMIAL_' SFER_FU GE_CON GE_DIFF GE_CON GE_LIMI GE_LIMI GE_SLE' GE_SUM Con el puse, ga clic uí.	GRATO ITER_BL EPENDE VOLTAGE NCTION_ ITROLLE ERENTIA BLOCK TERISIS GRATO W_RATE IMER	Symb	ol (ANSI)	OK Close Search Print Model. Help		4. C mou haga aquí 3. Co mous haga aquí.	on el se, a clic on el se, clic		
	Ţ	🎼 Ci	rcuit1												13		2

🧇 Multi	isim - [Ejempl	lo]										×
隊 <u>F</u> ile	<u>E</u> dit	<u>Y</u> iew	Place	<u>S</u> imulate	T <u>r</u> ansfer	<u>T</u> ools	<u>R</u> eports	Options <u>W</u> ir	ndow <u>H</u>	<u>l</u> elp	1.1.	_ 8	×
		光 暄	6	ି ପ୍ର	@, Q, %		834	₩ • ₩		- ?			
+ ~ + 米 + 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4		Ent	ada No → → B O	AI 1 V/V 0 V 2 V2	Para Para Inversora	ingres rativo	No Invers	ora Observe qu Controlador alambrar el numerado o salida del S 4 a la salida Inversora	ue luego r Integra l circuito con el n Sumado a del Int a del Int lel Con t mos do	o de inserta ativo y o, Multisim odo 3 a la r y con el r regrativo.	ar el ha nodo n		

Configuración de los Parámetros del Controlador Integrativo



La salida del Controlador Integrativo es:

Vout(t) = K $\int (Vin(t) dt)$

además
$$K = \frac{1}{R.C}$$
 (expresado en segundos)

Por las consideraciones del ejemplo (ver página 21), la constante RC es de 1 milisegundo. Además, K está expresado en segundos (ver página 16), entonces tenemos que: K = 1/0.001 = 1000

Por las consideraciones del ejemplo (ver página 21), el Controlador Integrativo se alimentará con +Vcc = +15V y -Vcc = -15V entonces (ver página 17) el Output Voltage Lower Limit será -13 y el Output Voltage Upper Limit es: 13

Configuración del Análisis Transiente para el Controlador Integrativo.

NO ENCIENDA EL SWITCH del Multisim.

Siga el procedimiento siguiente:

😻 Multis	sim - [Ejempl	lo]										X
j 🕼 File	Edit Yiew	Place	<mark>≦</mark> imulate <mark>∳</mark> Run	T <u>r</u> ansfer	<u>T</u> ools	<u>R</u> eports F5	Options	₩indow	<u>H</u> elp	• ?	ا۔ _ لات	
+ = *** @ +} ***			Pause Instru Defaul Digital	ments t Instrumer Simulation	nt Setti Setting	F6 ▶ ng					~	10 H 20
	1 T	B (Analys Postpr Simula XSpice	es ocessor tion Error L Command	og/Aud Line Inl	↓ lit Trail terface	DC C AC A Tran Four Nois	Iperating F Inalysis Isient Anal Ier Analys E Analysis	Point Iysis is			
017 В В мізс Ч -Ф-			Verilog Auto <u>E</u> Global	i <u>H</u> DL Simul ault Option Componen	ation t Tolera	inces	Nois Dist DC S Sen:	e Figure An ortion Ana weep sitivity	nalysis lysis			
品 了 领	1. Con el clic en Si	mouse mulate 2. C	e, haga con el mor en Analys	use, haga			Para Tem Pole Trar Wor	perature 9 Zero Isfer Funct st Case	eep 5weep :ion		~	
	Ejemplo		3. C	Tran: 00.00	0 ms use, ha	aga	Mon Trac Bato User Stop	te Carlo e Width Ar hed Analy Defined A Analysis	nalysis ses inalysis	(13d)	•••	
			clic e Ana	en Transie Iysis	ent		RF A	nalyses				

@ М	Auttisim - [Ejemplo]	X
	<u>File Edit Yiew Place Simulate Transfer Tools Reports Options Window Help</u>	_ & ×
	☞ 🖬 🕺 🕾 🔍 ལ, ལ, 🔚 📾 ở ծ 🖉 🗛 • 🖾 📗 😒	. ? 🖂 🛄 📖
÷	Transient Analysis	1. Con el 🔷 🐻
4004	Analysis Parameters Output variables Miscellaneous Options Summary	mouse,
₩	Initial Conditions	haga clic
×	Automatically determine initial conditions	escriba el
42 ₽	Parameters	Start time
E C	Start time (TSTART) 0 sec	acuerdo a
6	End time (TSTOP) 0.001 sec	las señales
Ôv	2. Con el mouse	
MISC	I✓ Maximum time step settings (TMAX) haga clic aquí y	
Υ	C Minimum number of time points 100 escriba el End	
Ð	Maximum time step (TMAX) Te-005 sec acuerdo a las	
0.0	Generate time steps automatically	
ſ	L	
4	More >> Simulate Apply Cancel Help	AG\$
.com		
	🔯 Ejemplo	

3. Con el mouse, haga clic en Output variables







Mirando el circuito, los nodos que nos interesan son:

- nodo 1: Señal de la Interfase de Entrada.
- nodo 2: Señal del Set Point.
- nodo 3: Salida del Sumador.
- nodo 4: Salida del Controlador Integrador.

620	Nultisim [Fiemple]	
	File Edit View Place Simulate Transfer Tools Reports Options Window Help	
11 -		
÷		لقا
-004	Analysis Parameters Uutput variables Miscellaneous Options Summary	#00#
-17- -2	Variables in circuit Selected variables for analysis	**
*	aaltthranch 1.0	*
₽	aa2#branch_1_0 \$2	
B	vv2#branch \$4	
di	> Add>	
64		
MIST	<hemove< td=""><td></td></hemove<>	
¥		
-@-		
2	Filter Unselected Variables	
L		
-	More >> Simulate Apply Cancel Help	AG
.com		AG
		#AĞ
	🔯 Ejemplo	2

En la lista **Selected variables** tenemos los nodos 1, 2, 3 y 4 seleccionados.

/

Para observar las señales de los nodos seleccionados, con el mouse haga clic en **Simulate**

Presentación de las señales del Controlador Integrativo



Por la leyenda de colores del Transient Analysis:

Transien	t Analysis 🕱	
	\$1	
	\$2	-
	\$3	
_	\$4	

El color **azul** (nodo 1) le corresponde a la señal de la **Interfase de Entrada.**

-El color **amarillo** (nodo 2) le corresponde a la señal del **Set Point.**

El color **rojo** (nodo 3) le corresponde a la señal de salida del **Sumador**.

El color **verde** (nodo 4) le corresponde a la señal de salida del **Controlador Integrativo**.

Para el grosor y color de las señales, vea las páginas 39, 40 y 41.

El Controlador Proporcional Integrativo Derivativo (PID). (de acuerdo al ejemplo de la página 20).



Determinación de los nodos del Controlador PID



En el circuito, tomaremos la salida del Controlador Proporcional (**nodo 6**), salida del Controlador Integrativo (**nodo 7**), salida del Controlador Derivativo (**nodo 8**) y salida del Controlador Proporcional Integrativo Derivativo PID (**nodo 9**).

Configuración del Análisis Transiente para el Controlador Proporciona Integrativo Derivativo (PID).

NO ENCIENDA EL SWITCH del Multisim.

Siga el procedimiento siguiente:



Muttisim - File Edit	[Ejemplo] <u>Y</u> iew <u>P</u> lace <u>S</u> imu X Ba R A (A) (•)	late Transfer Iools ! ⊖ @ Q 7a mm @	Reports Options Window H	elp	
+ Transien ** Analysis ** Variabl * All vari *> \$5 ** \$5 ** \$5 ** \$1 ** \$2 **	It Analysis Parameters Output varia es in circuit ables ranch_1_0 ranch_1_0 ranch_1_0 ranch_1_0 ranch	bles Miscellaneous Options Add> Add> Add> Add> Add> Simulate Apply	Summary Selected variables for analysis All variables \$1 \$2 2. Con el mouse, haga clic en el nodo 1 3. Con el mouse, haga clic en Remove Cancel Help	1. Los nodos 1 y 2 del Selected variables debemos de removerlos porque sólo nos interesan los nodos 6, 7, 8, 9	

📽 Multisim - [Ejemplo]	×
Image: Second secon	×
Transient Analysis Analysis Parameters Output variables Miscellaneous Options Selected variables for analysis All variables \$1 \$2 \$1 \$2 \$3 \$3 \$3 \$3 \$3 \$3 \$4 \$4 \$1 \$2 \$2 \$3 \$3 \$4 \$4 \$4 \$4 \$4 \$5 \$6 \$7 \$8 \$9 aa1#branch_1.0 aa2#branch_1.0 aa2#branch_1.0 aa4#branch_1.0 aa4#branch_1.0 aa4#branch_1.0 aa4#branch_1.0 aa4#branch_1.0 aa5#branch_1.0 aa4#branch_1.0 aa5#branch_1.0 aa5#branch_1.0<	

<u>ار چا</u>	Aultisim - [Ejemplo]	
🌬	: File Edit Yiew Place Simulate Transfer Iools Reports Options Window Help) 🗃 🖬 🕺 🗃 🕄 🤤 🔍 🔍 🔍 🚼 🎟 😚 🏠 🖋 😡 🔨 - 🖼 💽 💽	- B×
+ ₩ + × + + + + + + + + + + + + + + + +	Transient Analysis X Analysis Parameters Output variables Miscellaneous Options Summary Variables in circuit Selected variables for analysis All variables Image: Comparison of the compa	
	Filter Unselected Variables More >> Simulate Apply Cancel Help Image: Ejemplo	

En la lista **Selected variables** tenemos los nodos 6, 7, 8 y 9 seleccionados.

Para observar las señales de los nodos seleccionados, con el mouse haga clic en **Simulate**

Presentación de las señales del Controlador Proporcional Integrativo Derivativo (PID).



Por la Jeyenda de colores del Transient Analysis:



El color **rojo** (nodo 7) le corresponde a la señal de salida del **Controlador Integrativo**.

El color **azul** (nodo 8) le corresponde a la señal de salida del **Controlador Derivativo.**

El color **fucsia** (nodo 6) le corresponde a la señal de salida del **Controlador Proporcional**.

El color **verde** (nodo 9) le corresponde a la señal de salida del **Controlador Proporcional Integrativo Derivativo (PID)**.

Para el grosor y color de las señales, vea las páginas 39, 40 y 41.