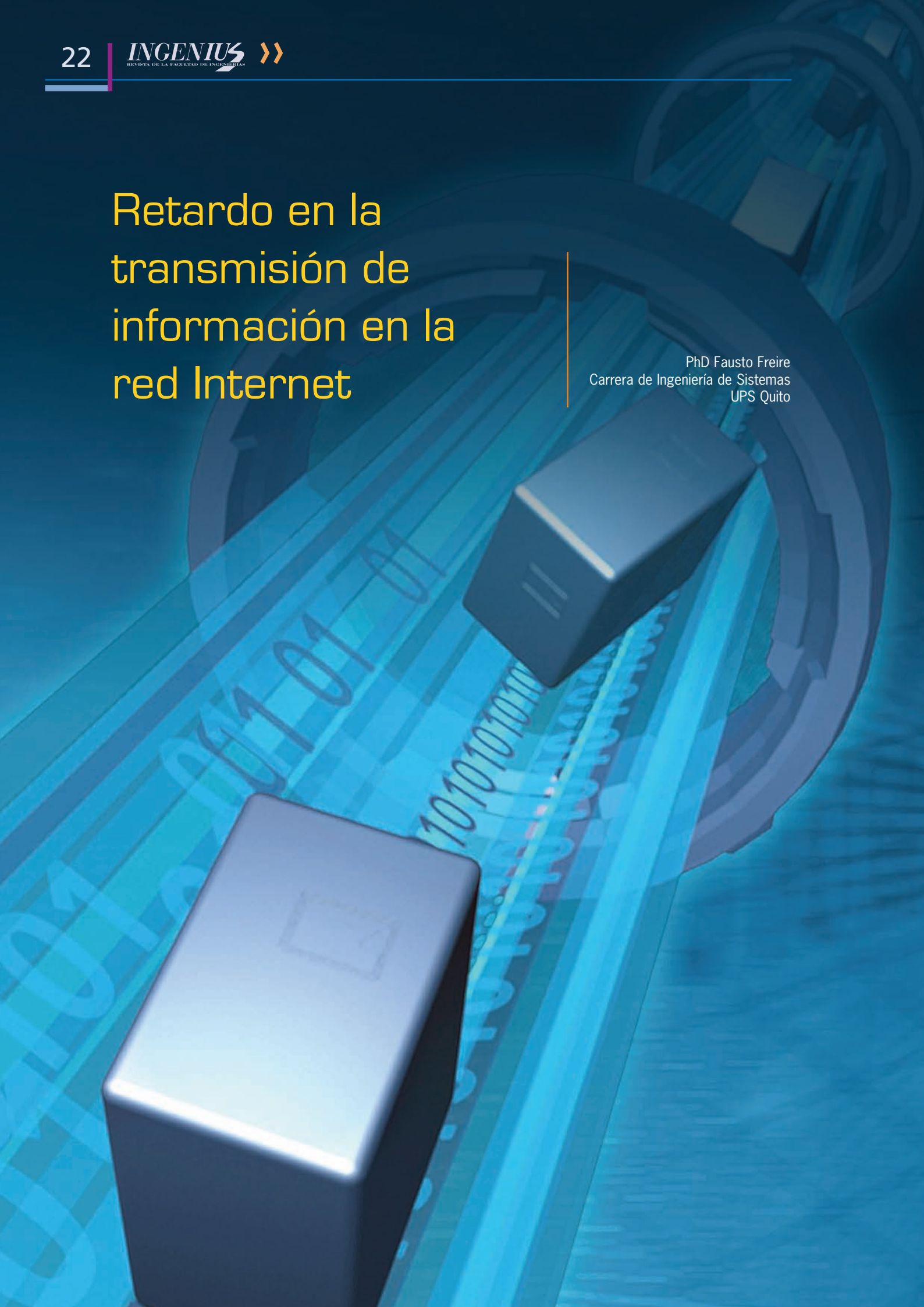


Retardo en la transmisión de información en la red Internet

PhD Fausto Freire
Carrera de Ingeniería de Sistemas
UPS Quito



El gran desarrollo tecnológico que en los últimos años ha sufrido la red Internet ha permitido que amplíe su horizonte de aplicaciones, lo que ha dado lugar a la aparición de nuevas tendencias como Telerobótica, Tele-producción, Tele-educación, Tele-cirugía, extendiéndose incluso al espacio exterior al utilizarse en los sistemas orbitales espaciales, etc.

El término "Tele-robótica" une las áreas de telemática, robótica y automatización, permitiendo al operador controlar la ejecución y control de procesos distantes, lo que conlleva la disminución sustancial de gastos de recursos humanos y físicos.

Existe aún una serie de problemas por resolver en este campo, lo que ocupa gran parte de los recursos de investigadores por todo el mundo, porque la aplicación de la Tele-robótica es excepcionalmente importante.

Uno de estos problemas con los que nos encontramos al momento de controlar específicamente un robot móvil, cuando utilizamos la red Internet como el canal de enlace, es el retardo que sufren las señales.

Los protocolos TCP/IP utilizados en Internet no garantizan que este retardo que sufren las señales durante el paso por la red sea un parámetro constante. Esto significa que el sistema de control automático del robot debe estar preparado para disminuir al mínimo los problemas que surjan por este efecto.

El valor de este parámetro de retardo de las señales en la red Internet está ligada a muchos factores, tales como:

- La velocidad de conmutación de los nodos
- La carga de los nodos
- La capacidad de tráfico de las redes
- La cantidad de transferencia de datos
- La velocidad de la entrega, etc.

Pero los factores dominantes que determinan la magnitud del retardo principalmente son: la velocidad de la red y la carga de los nodos, por esta razón esta magnitud es un valor imprevisible.

Existen varios métodos para realizar el Tele-control de los robots móviles a través de la red Internet [1], uno de estos métodos es el denominado control directo y continuo [2] y consiste en que el robot sigue las órdenes enviadas por el operador, figura 1.

St^d flujo de la señal de video que atraviesa la red internet

St flujo de la señal de video

Este método de control es de fácil aplicación ya que toda la responsabilidad del control recae directamente sobre el operador, que es el encargado de guiar al robot, el cual controla con comandos, a través de una aplicación cliente servidor y mediante una cámara que permite obtener la información necesaria sobre la ubicación del robot.

El comando Ping

Ping es el principal comando de TCP/IP que se utiliza para solucionar problemas de conectividad, accesibilidad y resolución de nombres.

Comprueba la conectividad de nivel IP con otros equipos al enviar mensajes de solicitud de eco de ICMP (Protocolo de mensajes de control Internet).

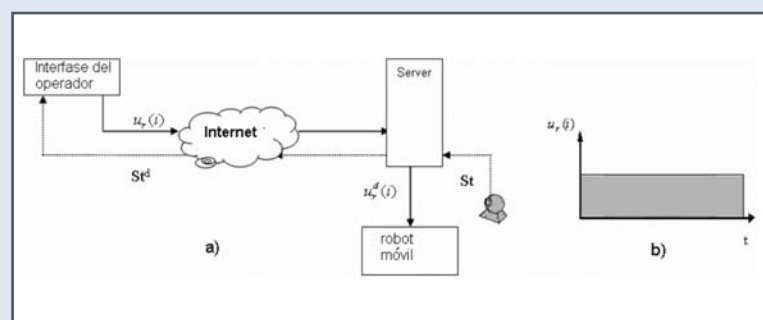


Fig.1. a) Control continuo y directo, d) Característica del control en función del tiempo.

Donde:

$u_r^d(i)$ i-mo comando que atraviesa la red Internet

$u_r(i)$ i-mo comando

Permite visualizar la recepción de los mensajes de solicitud de eco correspondiente, junto con sus tiempos de ida y vuelta.

El protocolo ICMP

Permite a equipos de una red compartir información de estado y errores, es el protocolo obligatorio que administra en el juego de los protocolos TCP/IP, informa sobre los errores y que abastece los enlaces entre los nodos de las redes. El protocolo ICMP se utiliza por el programa Ping para el descubrimiento y la eliminación de los defectos TCP/IP.

El protocolo TCP/IP

El Protocolo de control de transporte/Protocolo Internet (TCP/IP, *Transport Control Protocol/Internet Protocol*) es el protocolo de red más utilizado y la base de Internet que conecta ordenadores de distinta arquitectura y sistemas operativos diferentes.

El protocolo TCP/IP incluye los estándares para los enlaces entre los ordenadores y el acuerdo de la unión de las redes y las reglas del enrutamiento de los mensajes.

En una red TCP/IP tiene que proporcionar direcciones IP a los clientes. Puede ser que los clientes también necesiten un servicio de nombres o un método de resolución de nombres [3].

Retardo en la red Internet

Para medir el retardo que sufren las señales durante su paso por la red Internet se ha utilizado el siguiente experimento.

Desde un ordenador situado en un punto A se envió señales a otro situado en un punto B, la dis-

tancia entre estos dos puntos fue de 10.000 km, aproximadamente. Estas señales se enviaron mediante la utilización del comando ping. Este experimento se realizó durante siete días, en horarios diferentes. Cada día se realizaron 1.000 mediciones en las cuales se contabilizó el tiempo que tarda la señal en ir y volver desde la fuente hasta el destino, la longitud del paquete de datos utilizado en los experimentos fue de 32 byte.

En la siguiente tabla tenemos los nodos a través de los cuales viajó la señal. El número de nodos durante el experimento prácticamente no cambió.

En la figura 2 tenemos el gráfico geográfico de la ruta de la señal desde el origen hasta destino.

Tabla 1.	Lista de nodos
Nombre del Nodo	Nombre y dirección IP del nodo
0	pcx.localhost. [10.1.0.143]
1	10.1.0.1 (añil)
2	runnet-gw.kursk.ru [82.179.87.137]
3	m9-2-gw.runnet.ru [194.85.37.241]
4	ru-msk-gw.tv11.msk.runnet.ru [194.85.40.26]
5	b57-2-gw.spb.runnet.ru [194.85.40.29]
6	spb-gw. RUN.Net [193.232.80.253]
7	sth-gw. RUN.Net [193.232.80.206]
8	s-b4-geth6-2.telia.net [213.248.99.165]
9	s-bb1-pos7-1-0.telia.net [213.248.66.5]
10	hbg-bb1-pos6-0-0.telia.net [213.248.64.30]
11	adm-bb1-pos7-0-0.telia.net [213.248.65.153]
12	adm-b3-pos0-0-0.telia.net [213.248.64.158]
13	if-1-1.core1.AD1-Amsterdam.teleglobe.net [80.231.80.9]
14	if-6-0.mcore3.LHX-London.teleglobe.net [80.231.80.30]
15	if-7-0.mcore4.NJY-Newark.teleglobe.net [195.219.196.22]
16	if-9-0.core1.AEQ-Ashburn.teleglobe.net [216.6.63.22]
17	63.243.149.122
18	ae1.p420.msr2.dcn.yahoo.com [216.115.96.185]
19	ge5-2.bas1-m.dcn.yahoo.com [216.109.120.151]
20	alteon6.124.dcn.yahoo.com [216.109.124.8]
21	a1.search.vip.dcn.yahoo.com [216.155.200.155]

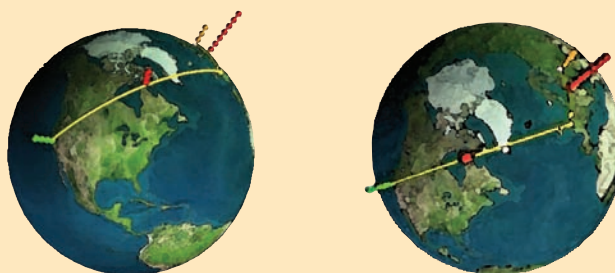


Fig. 2. Ruta de la señal

Los datos obtenidos luego de ser sometidos a análisis se presentan en forma de histograma, el mismo que permite visua-

lizar el comportamiento de los retardos de la señal de Internet durante la semana que duró el experimento (Fig. 3).

En la tabla 2 se muestran los datos estadísticos obtenidos durante el experimento.

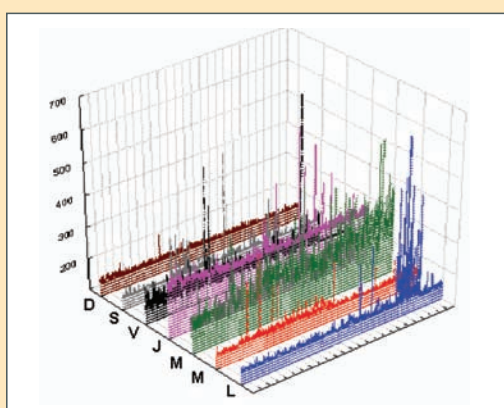


Fig. 3. Histograma de retardos de la señal en la red Internet.

Tabla 2. Datos estadísticos

	Mean	Median	Min	Max	Variance	Std. Dev.	Standar Error
Lunes	154,6990	146	142	652	1534,245	39,16944	1,238646
Martes	152,1850	148,5	142	403	251,863	15,87018	0,501859
Miércoles	241,7040	231	159	533	2515,528	50,15504	1,586042
Jueves	262,5280	260	238	602	500,874	22,38022	0,707725
Viernes	166,6310	161	142	632	850,822	29,16885	0,922400
Sábado	146,6290	141	139	472	335,423	18,31455	0,579157
Domingo	146,1450	143	141	226	36,296	6,02464	0,190516

A continuación se presenta el análisis diario de los resultados obtenidos, con la finalidad de tener una panorámica de las leyes de distribución a las cuales se asemejan los resultados randomicos.

Esto es vital, pues permitirá generar un modelo el comportamiento de la red Internet, que será aplicable a posteriores investigaciones en las que se utilice el Internet como el medio de transmisión y recepción de información entre

el operador y el robot.

En el siguiente gráfico se visualiza la relación existente entre los datos de cada día de la semana en comparación con la distribución Normal de probabilidades y el grado de similitud.

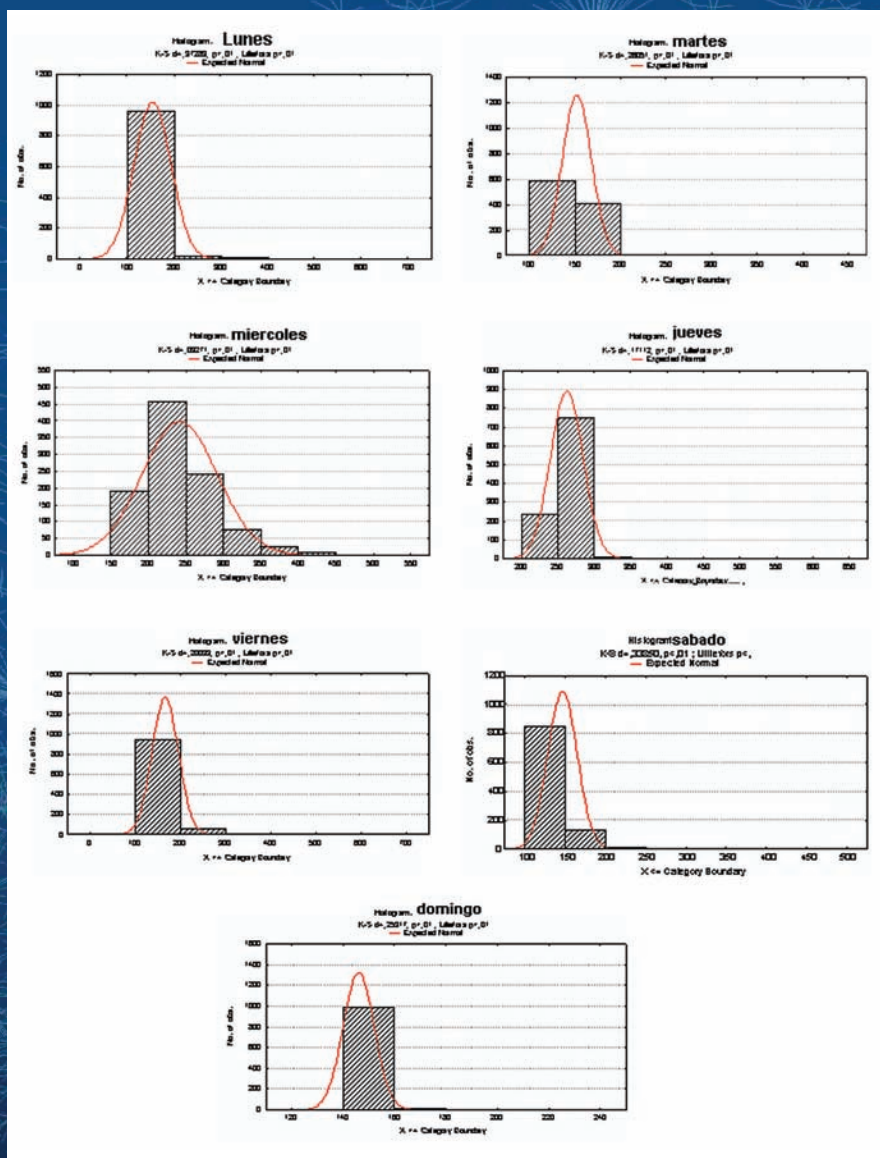


Fig. 4. Análisis comparativo con la ley Normal de probabilidades

Los datos experimentales recibidos llevan a la conclusión de que durante

la elaboración del algoritmo de la dirección es necesario tener en cuenta to-

das estas demoras temporales, que puede llevar el robot en el estado de la inestabilidad. Este análisis ha permitido utilizar la ley de distribución normal como aceptable, para generar retardos aleatorios al momento de modelar el control de sistema mecatrónicos desde Internet.

Bibliografía

1. Freire F., y otros, Control de robots móviles desde Internet, //Telecomunicaciones, Moscú, _ 3, 2005, Pág.18-24.
2. Lynn Conway, Richard A. Volz, and Michael W. Walker. Teleautonomous systems: Projecting and coordinating intelligent action at a distance. IEEE Transactions on Robotics and Automation, 6 (2): Pag. 146-158, April 1990.
3. Jofer Procis, Manual de TCP/IP, PC Magazine, November 19, 1996, Pag. 223
4. Piones __, Cálculo Diferencial e Integral, __.2, Press, 2001.

