

Índice

Índice	11
1. Introducción	21
1.1 Motivación	21
1.2 Entorno	22
1.3 Objetivos	23
1.4 Capítulos	23
2. Estado actual: Instrumentación.	29
2.1 Introducción.	29
2.2 Justificación del control remoto de la instrumentación.	29
2.3 Instrumentos y buses de comunicaciones.	31
2.3.1 GPIB	34
2.3.1.1 Historia	34
2.3.1.2 Norma IEEE 488.1	36
2.3.1.3 Norma IEEE 488.2	39
2.3.2 SCPI	42
2.3.3 VXI	44
2.3.3.1 Antecedentes	44
2.3.3.2 Subbuses	46
2.3.3.3 Dispositivos en VXI	47
2.4 Programación para el control de la instrumentación	48
2.4.1 Entornos y programación	48
2.4.1.1 Tradicional	49
2.4.1.2 Gráfica	50
2.4.1.2.1 VEE	52
2.4.1.2.2 LabVIEW	56
2.4.2 Normalización de Controladores	59
2.4.2.1 VXI plug&play y la librería VISA	59
2.4.2.2 IVI	61
2.5 Instrumentos accesibles a través de red	63

Índice

2.6 Resumen	65
3. Estado actual: Internet	69
3.1 Introducción	69
3.2 Uso	70
3.2.1 Navegación	71
3.2.2 Correo electrónico	72
3.2.3 Transferencia de ficheros	72
3.2.3.1 ftp	72
3.2.3.2 p2p	73
3.2.4 Telecomunicación síncrona	73
3.2.4.1 texto	74
3.2.4.2 audio	74
3.2.4.3 vídeo y audio	74
3.3 Red	75
3.3.1 Tecnología	75
3.3.2 Redes de acceso	77
3.3.3 Redes actuales	79
3.4 Internet y teleeducación	80
3.5 Internet e instrumentación.	81
3.6 Resumen	81
4. Estado actual: Teleeducación.	85
4.1 Introducción	85
4.2 Clasificación de los sistemas de teleeducación	87
4.2.1 Intensidad en el uso de la tecnología	87
4.2.1.1 Enseñanza asistida electrónicamente	88
4.2.1.2 Enseñanza distribuida electrónicamente	88
4.2.2 Entorno de aprendizaje	88
4.2.2.1 Aprendizaje asíncrono	88
4.2.2.2 Aprendizaje en línea o síncrono dirigido	89
4.2.2.3 Trabajo en grupo o aprendizaje síncrono cooperativo	89
4.2.3 Herramientas	90
4.2.3.1 Herramientas de autor o de desarrollo de contenidos	90

4.2.3.2	Sistemas de gestión de aprendizaje	90
4.2.3.3	Sistemas de gestión de contenidos de aprendizaje	91
4.2.3.4	Herramientas en línea	91
4.3	Normalización de contenidos	91
4.4	Sistemas actuales	92
4.5	Resultados de la teleeducación y las nuevas tecnologías frente a la educación tradicional	94
4.6	Teleeducación a través de internet y teleeducación tradicional.	94
4.7	Resumen	95
5.	Experiencias previas	99
5.1	Introducción	99
5.2	Experiencias en el extranjero	99
5.2.1	NUS Virtual Laboratory	99
5.2.2	MIT Microelectronics WebLab	101
5.2.3	Web-based Remote Mechatro Lab (WRML)	101
5.3	Experiencias en España	102
5.3.1	RETWINE	103
5.3.2	Laboratorio de robótica de la Universidad Jaime I	104
5.3.3	Universidad de Cantabria	105
5.3.4	Universidad de Alcalá de Henares	105
5.3.5	radiolab.upv.es	106
5.4	Resumen	115
6.	Instrumentación virtual.	119
6.1	Introducción.	119
6.2	Modelo de instrumento.	120
6.2.1	Instrumento analógico con control y visualización.	120
6.2.2	Instrumento SCPI.	121
6.2.3	Instrumento con ordenador (o viceversa).	122
6.2.3.1	Instrumento con ordenador incorporado.	123
6.2.3.2	Instrumento incorporado a un ordenador.	123
6.2.3.2.1	Interno al ordenador.	124
6.2.3.2.2	Externo.	124
6.3	Modelo de instrumento virtual.	124

Índice

6.3.1 Instrumento + programa de control remoto.	125
6.3.2 Instrumentos + control + procesado	126
6.3.2.1 Sistema centrado en el instrumento.	126
6.3.2.2 Sistemas centrados en la simulación y procesado.	128
6.3.3 Programa.	129
6.3.3.1 Simulador de instrumento.	130
6.3.3.2 Módulo de programa.	130
6.4 Resumen	131
7. Laboratorio virtual.	135
7.1 Introducción.	135
7.2 Revisión histórica.	136
7.3 Realización de un laboratorio virtual: problemática y algunas soluciones.	146
7.3.1 Docencia.	148
7.3.1.1 Teoría.	148
7.3.1.2 Prácticas.	148
7.3.1.2.1 Simulación.	149
7.3.1.2.2 Control remoto.	149
7.3.1.2.3 Realización síncrona.	150
7.3.1.2.4 Realización asíncrona.	150
7.3.1.2.5 Gestión y asignación de recursos. ..	150
7.4 Modelos de laboratorio virtual	151
7.4.1 Simulación.	152
7.4.2 Telecontrol.	153
7.4.2.1 Un único experimento o instrumento.	153
7.4.2.2 Múltiples instrumentos.	155
7.4.3 Modelo mixto	157
7.5 Resumen	157
8. Propuesta de un laboratorio virtual para teleeducación.	161
8.1 Introducción.	161
8.2 Modelo	162
8.2.1 Cliente	166
8.2.2 Servidor del laboratorio	167

8.2.2.1 Documentación.	168
8.2.2.2 Recursos de medida.	169
8.2.2.3 Asignación de recursos de medida.	169
8.2.2.4 Servidor web.	170
8.2.3 Servidor de medida	170
8.2.3.1 Servidor web.	172
8.2.3.2 Comprobación de usuario.	172
8.2.3.3 Medidas de instrumentos.	172
8.2.3.4 Montajes de medida.	173
8.2.3.5 Controlador del instrumento.	173
8.2.3.6 Comandos del instrumento.	173
8.2.3.7 Controlador de la tarjeta o bus de comunicación con el instrumento.	174
8.2.3.8 Comunicación con el instrumento.	174
8.2.4 Instrumento.	175
8.2.4.1 Comunicaciones.	176
8.2.4.2 Intérprete y control.	177
8.2.4.3 Generación.	177
8.2.4.4 Encaminamiento.	177
8.2.4.5 Medida.	178
8.2.5 Otros elementos.	178
8.3 Gestión de los recursos	179
8.3.1 Múltiples usuarios, múltiples instrumentos, múltiples configuraciones, múltiples experimentos.	179
8.3.2 Asignación de recursos	180
8.3.2.1 Asignación fija	180
8.3.2.2 Asignación bajo demanda	181
8.3.2.3 Asignación aleatoria	182
8.3.3 Compartir recursos entre varios usuarios	183
8.3.3.1 Acceso múltiple por división en el tiempo ...	183
8.3.3.1.1 Tiempo largo (sistema monousuario)	183
8.3.3.1.2 Tiempo corto (sistema multiusuario)	184
8.3.3.1.3 Cola de trabajos	185
8.3.3.2 Acceso múltiple por división del montaje. ...	186

Índice

8.3.3.3 Acceso múltiple por división en bancos.	189
8.4 Resumen.	190
9. Aplicación del modelo.	195
9.1 Introducción.	195
9.2 Descripción del laboratorio virtual distribuido.	195
9.2.1 Universidad.	197
9.2.2 Laboratorio.	198
9.2.3 Bancos de medida.	200
9.2.4 Montajes e instrumentos.	201
9.3 Resumen.	202
10. Conclusiones.	205
10.1 Aportaciones	205
10.2 Líneas de trabajo abiertas.	208
11. Bibliografía.	211
12. Anexos	231
12.1 Publicaciones relacionadas con la tesis.	231
12.1.1 Libros	231
12.1.1.1 Innovations 2003. World innovations in Engineering Education and Research	231
12.1.2 Congresos internacionales	232
12.1.2.1 VIMS 2000	232
12.1.2.2 NL 2002	232
12.1.2.3 Virtual Educa 2002	233
12.1.2.4 ICEE 2002	233
12.1.2.5 MENU 2003	233
12.1.2.6 ICEE 2003	234
12.1.3 Congresos nacionales	234
12.1.3.1 URSI 2000	234
12.1.3.2 URSI 2001	234
12.1.3.3 UPV 2001	235
12.1.3.4 URSI 2002	235
12.1.3.5 JITEL 2003	235

12.1.3.6 URSI 2003	236
12.2 Proyectos relacionados con la tesis	237
12.2.1 MENU	237
12.2.2 TELDE	237
12.2.3 PID 11 026	238