

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS**  
**DE TELECOMUNICACIÓN**



**TESIS DOCTORAL**

**Estrategias para la mejora de la  
naturalidad y la incorporación de  
variedad emocional a la conversión  
texto a voz en castellano**

**JUAN MANUEL MONTERO MARTÍNEZ**

**Ingeniero de Telecomunicación**

**Director de la Tesis**

**JOSÉ MANUEL PARDO MUÑOZ**

**Doctor Ingeniero de Telecomunicación**

**2003**

**Tesis Doctoral:** Estrategias para la mejora de la naturalidad y la incorporación de variedad emocional a la conversión texto a voz en castellano

**Autor:** JUAN MANUEL MONTERO MARTÍNEZ

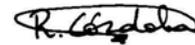
**Director:** Dr. INGENIERO JOSÉ MANUEL PARDO MUÑOZ

El tribunal nombrado para juzgar la Tesis Doctoral arriba citada, compuesto por los doctores:

**PRESIDENTE:** Dr. JAVIER FERREIROS LÓPEZ   
**VOCALES:** Dr. EDUARDO RODRÍGUEZ BANGA   
Dr. EMILIA VICTORIA ENRÍQUEZ CARRASCO   
Dr. DAVID ESCUBERO HANCEBO   
**SECRETARIO:** Dr. RICARDO DE CÓRDOBA HERRALDE 

acuerda otorgarle la calificación de SOBRESALIENTE CUM LAUDE, 5 VOTOS

Madrid, 14 de NOVIEMBRE de 2003



El Secretario del Tribunal

## Resumen

En esta Tesis se abordan tres subproblemas relacionados con la variedad y la naturalidad en la conversión texto habla en castellano: el procesado lingüístico orientado a prosodia, el modelado de la frecuencia fundamental en un dominio restringido y el análisis, modelado y conversión texto a voz con emociones. El capítulo del estado de la cuestión recoge con detalle los principales progresos en cada módulo de un conversor. El primer apartado destacable está dedicado al análisis gramatical y sintáctico, cubriendo las técnicas de normalización del texto, los corpora anotados, las bases de datos léxicas disponibles en castellano, las técnicas de desambiguación contextual y de análisis sintáctico y los sistemas disponibles en castellano. En cuanto al modelado prosódico, se tratan los modelos empleados tanto para la frecuencia fundamental como el ritmo, las duraciones y el pausado, las principales escuelas de análisis de la curva de frecuencia fundamental y las técnicas avanzadas de diseño de las bases de datos. En el apartado dedicado a la voz emotiva se describen y comentan los principales sistemas internacionales desarrollados y las bases de datos disponibles. Como en general la síntesis por formantes ha dominado este campo, se describe esta técnica, para finalizar con una revisión de las alternativas de evaluación empleadas en síntesis de voz con emociones.

En el capítulo dedicado a las investigaciones en procesado lingüístico del texto se comienza describiendo en detalle los corpora empleado en la experimentación, tanto en normalización como en etiquetado. La técnica desarrollada en normalización emplea reglas de experto, con muy buenos resultados tanto en precisión como en cobertura, destacando el empleo de reglas de silabificación para la detección precisa de palabras extranjeras. Al afrontar la desambiguación gramatical, se comparan tres técnicas: reglas de experto, aprendizaje automático de reglas y modelado estocástico, obteniéndose los mejores resultados con esta última técnica, debido a su capacidad de procesar más adecuadamente textos fuera del dominio de entrenamiento. Finalmente se aborda el análisis sintáctico por medio de gramática de contexto libre como un proceso en dos fases: una primera sintagmática y una segunda relacional básica, a fin de maximizar la cobertura del análisis. Para la resolución de las ambigüedades que nos permiten alcanzar gran cobertura se adapta el principio de mínima longitud de descripción con notables resultados. Las gramáticas desarrolladas se encuentran comentadas y ejemplificadas en un apéndice.

Para el modelado de F0 en un dominio restringido se emplean perceptrones multicapa. En una primera etapa se describe y evalúa una nueva técnica de diseño de base de datos basada en un algoritmo voraz moderado mediante subobjetivos intermedios. La exhaustiva experimentación con los diversos parámetros de predicción, la configuración de la red y las subdivisiones de la base de datos ocupa la mayor parte del capítulo, destacando la aportación de un parámetro específico del dominio restringido (el número de la frase portadora del texto que sintetizar) junto a otros más clásicos (acentuación, tipo de grupo fónico y posición en el mismo).

El capítulo dedicado a la voz emotiva comienza detallando el proceso de creación de una nueva voz castellana masculina en síntesis por formantes con modelo mejorado de fuente (reglas y metodología), evaluando las posibilidades de personalización de voz que ofrece. Para trabajar con voz con emociones se diseña, graba y etiqueta una base de datos de voz en la que un actor simula tristeza, alegría, sorpresa, enfado y también una voz neutra. Por medio de técnicas paramétricas (modelo de picos y valles en tono, y multiplicativo en las duraciones) se analiza prosódicamente la base de datos y se establece una primera caracterización de la voz en las distintas emociones. Empleando como base la voz personalizable se desarrolla el sistema completo de conversión texto a voz con emociones y se evalúa, destacando la rápida adaptación de los usuarios en cuanto a la identificación de la emoción expresada. Finalmente se experimenta con síntesis por concatenación y síntesis por copia, llegando a las siguientes conclusiones: la voz sorprendida se identifica prosódicamente, las características segmentales son las que caracterizan al enfado en frío; y, finalmente, la tristeza y la alegría son de naturaleza mixta.

## Abstract

This doctoral Thesis studies three approaches in order to improve naturalness in text-to-speech conversion:

- **Linguistic processing:**
  - **Preprocessing:** for the normalization of the input text, I have developed and evaluated the use of a set of dictionaries and expert rules, getting a 85% precision on an evaluation corpus from a newspaper domain.
  - **Lexical information:** using general dictionaries (not adapted to the evaluation domain), we got a 99,87% recall, comparable to the best systems for Spanish, beating the results of a stochastic system (with greater precision).
  - **Automatic POS tagging:** I have tried 2 approaches for contextual disambiguation: automatic rule learning and stochastic modeling; the second approach achieves higher recall rates, specially for out-of-domain tests.
  - **Shallow parsing:** adapting a context-free grammar system, I have developed and evaluated a new robust general-purpose grammar for shallow parsing (97%), using cut-rules for reducing the number of possible analyses, applying concordance rules as a filter and using the minimum number of simple segments in each analysis in order to get the best one. Using other context-free rules, we modeled the relations between several simple segments in order to build more complex ones.
- **Restricted-domain F0 modeling:**
  - **New greedy algorithm for database design,** capable of summing up a big database with a precision higher than 95%, taking into account several prosodic and segmental feature vectors.
  - **F0 modeling on a restricted domain,** using a multilayer perceptron, with new parameters such as the number of the carrier sentence, and the analysis on how to group the recordings in order to get the best possible modeling.
- **Analysis, modeling and emotional TTS conversion:**
  - **Development of a new configurable formant-based voice in Spanish,** including the evaluation of the adaptation process.
  - **Design and recording of the first emotional speech database in Spanish,** design for its use in prosody synthesis; analysis of the prosody using parametric techniques and its evaluation in copy-synthesis experiments.
  - **Development of the first emotional formant-based Spanish synthesizer,** and its evaluation.
  - I have analysed **whether the segmental properties or the prosodic properties make identifiable the simulated emotion:** cold anger is detectable through its segmental characteristics; surprise is detected through pitch and tempo; for joy and sadness both segments and prosody are necessary.

## Índice

<b>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS DE LA TESIS.....	1
1.1.1 <i>Procesado lingüístico automático</i> .....	1
1.1.2 <i>Modelado de la F0 para síntesis en dominio restringido</i> .....	2
1.1.3 <i>Análisis y síntesis de habla con emociones</i> .....	2
1.2 CONTENIDO DE LA TESIS.....	2
<b>CAPÍTULO 2 ESTADO DE LA CUESTIÓN .....</b>	<b>3</b>
2.1 INTRODUCCIÓN.....	3
2.1.1 <i>Sistemas comerciales de conversión texto a voz</i> .....	4
2.2 PROCESADO LINGÜÍSTICO.....	4
2.2.1 <i>Etiquetado morfosintáctico automático</i> .....	4
2.2.1.1 Teoría lingüística generativa.....	4
2.2.1.2 Preprocesamiento.....	6
2.2.1.3 Diccionarios y plataformas léxicas en castellano.....	6
2.2.1.4 Técnicas de desambiguación en el etiquetado morfosintáctico.....	7
2.2.1.5 Sistemas combinados o integrados.....	10
2.2.1.6 Medidas de evaluación y comparación entre sistemas.....	10
2.2.1.7 Etiquetado manual.....	12
2.2.1.8 Corpora en castellano.....	12
2.2.1.9 Sistemas de desambiguación en castellano.....	13
2.2.2 <i>Sintaxis y análisis sintagmático</i> .....	14
2.2.2.1 Características de los segmentos o sintagmas simples.....	15
2.2.2.2 Sistemas automáticos de segmentación en sintagmas simples.....	15
2.2.2.3 Corpus y bases de datos sintácticos en castellano.....	16
2.2.2.4 Sistemas de análisis sintáctico en castellano.....	16
2.3 ANÁLISIS Y MODELADO PROSÓDICO.....	17
2.3.1 <i>Entonación y F0</i> .....	17
2.3.1.1 Escuelas de análisis de contornos de F0.....	18
2.3.1.2 Acentuación y desacentuación léxica. Foco.....	20
2.3.1.3 Relaciones entre F0, intensidad y duración.....	21
2.3.1.4 Micro-prosodia o micro-melodía.....	21
2.3.1.5 Relaciones entre entonación y sintaxis.....	21
2.3.1.6 Patrones entonativos en castellano.....	21
2.3.1.7 Definición y diseño de una base de datos prosódica.....	22
2.3.1.8 Métodos para la generación de curvas de F0.....	23
2.3.1.9 Percepción de la frecuencia fundamental.....	24
2.3.1.10 Normalización de valores de F0.....	25
2.3.1.11 Evaluación del modelado de F0.....	25
2.3.2 <i>Duración y ritmo</i> .....	25
2.3.2.1 Normalización de la duración.....	25
2.3.2.2 Modelos de duraciones.....	26
2.3.3 <i>Pausado</i> .....	26
2.4 PERSONALIZACIÓN DE VOZ Y HABLA CON EMOCIONES.....	27
2.4.1 <i>Síntesis por formantes</i> .....	28
2.4.2 <i>Sistemas de síntesis de voz con emociones</i> .....	28
2.4.2.1 El sistema Affect Editor.....	28
2.4.2.2 El sintetizador Hamlet.....	29
2.4.3 <i>Prótesis vocales</i> .....	29

2.4.4	<i>Bases de datos de voz con emociones</i> .....	29
2.4.4.1	Bases de datos en castellano.....	30
2.4.5	<i>Evaluación de sistemas de voz con emociones</i> .....	30
<b>CAPÍTULO 3 PROCESADO LINGÜÍSTICO AUTOMÁTICO.....</b>		<b>33</b>
3.1	INTRODUCCIÓN .....	33
3.2	ETIQUETADO MORFOSINTÁCTICO AUTOMÁTICO .....	33
3.2.1	<i>Corpora empleados</i> .....	33
3.2.1.1	El corpus de El Mundo .....	33
3.2.1.2	El corpus 860.....	34
3.2.2	<i>Modelado léxico</i> .....	36
3.2.2.1	Normalizador .....	36
3.2.2.2	Diccionarios .....	38
3.2.2.3	Conjugador verbal.....	39
3.2.2.4	Reglas léxicas externas o de terminaciones.....	39
3.2.2.5	Cobertura léxica .....	40
3.2.3	<i>Desambiguación contextual</i> .....	43
3.2.3.1	Creación de reglas manuales contextuales.....	43
3.2.3.2	Aprendizaje automático de reglas .....	43
3.2.3.3	Desambiguación contextual estocástica.....	45
3.2.4	<i>Conclusiones sobre etiquetado automático</i> .....	50
3.3	ANÁLISIS SINTÁCTICO AUTOMÁTICO Y ROBUSTO.....	50
3.3.1	<i>Análisis sintáctico</i> .....	50
3.3.2	<i>El algoritmo CYK</i> .....	52
3.3.2.1	Recuperación de todos los análisis correctos.....	53
3.3.3	<i>Texto categorizado y reglas léxicas</i> .....	53
3.3.4	<i>Análisis sintagmático y reglas de corte</i> .....	54
3.3.4.1	Resultados .....	55
3.3.5	<i>Reglas gramaticales sintagmáticas</i> .....	56
3.3.5.1	Principales segmentos (sintagmas simples).....	56
3.3.5.2	Secuencia de segmentos (sintagmas simples) .....	57
3.3.5.3	Filtros de concordancia.....	57
3.3.5.4	Principio de mínima longitud de la descripción .....	58
3.3.5.5	Evaluación.....	59
3.3.5.6	Recategorización.....	61
3.3.6	<i>Reglas gramaticales de segundo nivel (sintácticas)</i> .....	61
3.3.6.1	Evaluación.....	61
3.3.7	<i>Conclusiones sobre análisis sintáctico</i> .....	62
<b>CAPÍTULO 4 MODELADO DE LA F0 PARA SÍNTESIS EN DOMINIO RESTRINGIDO</b>		<b>63</b>
4.1	DISEÑO DE LA BASE DE DATOS DE DOMINIO RESTRINGIDO .....	63
4.1.1	<i>Criterios de selección del contenido de los campos variables</i> .....	66
4.1.2	<i>Simplificación de los criterios</i> .....	67
4.1.2.1	Simplificación para la base de datos de nombres propios.....	68
4.1.2.2	Simplificación para la base de datos con sintagmas nominales en oraciones enunciativas	68
4.1.2.3	Simplificación para la base de datos con sintagmas nominales en oraciones interrogativas	69
4.1.3	<i>Algoritmo de selección</i> .....	69
4.1.4	<i>Resultados</i> .....	70
4.1.4.1	Ejemplo de selección de 100 pueblos .....	71
4.1.4.2	Ejemplo de selección de 150 pueblos .....	72
4.1.4.3	Ejemplo de selección de 250 pueblos .....	72

4.1.4.4	Ejemplo de selección de 150 apellidos.....	72
4.1.4.5	Ejemplo de selección de 60 apellidos.....	73
4.1.4.6	Ejemplos de selección con baja ratio de ejemplos disponibles.....	73
4.1.4.7	Errores graves de selección.....	74
4.1.4.8	Algoritmo con subobjetivos intermedios.....	74
4.2	GRABACIÓN Y ETIQUETADO DE LA BASE DE DATOS.....	74
4.3	ANÁLISIS Y PARAMETRIZACIÓN.....	75
4.4	CONDICIONES GENERALES DE EXPERIMENTACIÓN PARA EL MODELADO DE F0	
	MEDIANTE REDES NEURONALES ARTIFICIALES.....	76
4.4.1	<i>Consideraciones generales</i> .....	77
4.4.2	<i>Parámetros que se ensayarán</i> .....	77
4.4.2.1	Nuevas codificaciones de Inicial, Acentuada y Final.....	78
4.4.2.2	Nuevos parámetros o elementos de parametrización.....	79
4.4.3	<i>Elementos relacionados con la propia red</i> .....	80
4.4.4	<i>Organización de la experimentación</i> .....	80
4.4.5	<i>Estrategia de experimentación</i> .....	81
4.5	EXPERIMENTOS SOBRE NOMBRES PROPIOS EN ENUNCIATIVAS.....	83
4.5.1	<i>Experimento de base con nombres propios</i> .....	83
4.5.2	<i>Experimentos sobre la influencia de la eliminación del zscore en el experimento de base de nombres propios</i> .....	84
4.5.3	<i>Experimentos sobre la influencia de no codificar la información sobre sílabas iniciales, finales o acentuadas en el experimento de base de nombres propios</i> .....	85
4.5.3.1	Omisión del elemento 'sílabas inicial'.....	85
4.5.3.2	Omisión del elemento 'sílabas acentuada'.....	85
4.5.3.3	Omisión del elemento 'sílabas final'.....	86
4.5.3.4	Experimento de base de nombres propios omitiendo varios elementos (sílabas inicial, sílabas acentuada o sílabas final).....	86
4.5.4	<i>Experimentos sobre la influencia de eliminar el elemento 'signo de puntuación final' en el experimento de base de nombres propios</i> .....	87
4.5.5	<i>Experimentos sobre la influencia de codificar el número de sílabas en el experimento de base de nombres propios</i> .....	87
4.5.6	<i>Segundo experimento de base de nombres propios: influencia de codificar el número de frase portadora</i> .....	88
4.5.7	<i>Experimentos de nombres propios sobre otros parámetros</i> .....	89
4.5.8	<i>Conclusiones sobre el modelado de nombres propios en enunciativas</i> .....	90
4.6	EXPERIMENTOS SOBRE FRASES INTERROGATIVAS.....	90
4.6.1	<i>Experimentos de base de interrogativas</i> .....	90
4.6.2	<i>Experimentos sobre la influencia de la no codificación del número de la frase portadora en el experimento de base de interrogativas</i> .....	91
4.6.3	<i>Experimentos sobre la influencia de otros parámetros en el experimento de base de interrogativas</i> .....	92
4.6.4	<i>Conclusiones sobre el modelado de interrogativas</i> .....	93
4.7	EXPERIMENTOS SOBRE FRASES ENUNCIATIVAS CON SINTAGMAS NOMINALES	
	LARGOS.....	93
4.7.1	<i>Experimentos de base de sintagmas nominales</i> .....	94
4.7.2	<i>Experimentos sobre la influencia de la no inclusión del elemento 'signo de puntuación final'</i> .....	94
4.7.3	<i>Experimentos sobre la no codificación del número de la frase portadora</i> .....	94
4.7.4	<i>Experimentos sobre la no codificación del número de sílabas</i> .....	95
4.7.5	<i>Experimentos sobre otros parámetros</i> .....	96
4.7.6	<i>Conclusiones sobre enunciativas</i> .....	97
4.8	EXPERIMENTOS CON LAS FRASES ESPECIALES.....	98
4.8.1	<i>Condiciones de experimentación</i> .....	98
4.8.2	<i>Experimentos con las frases especiales 6 y 7</i> .....	98

4.8.2.1	Experimentos conjuntos con las frases 6 y 7 .....	98
4.8.2.2	Experimentos con la frase especial 6 .....	98
4.8.2.3	Experimentos con la frase especial 7 .....	98
4.8.2.4	Experimentos con las frases especiales 6 y 7 agrupadas con los demás nombres propios .....	99
4.8.2.5	Conclusiones sobre las frases 6 y 7 .....	99
4.8.3	<i>Experimentos con la frase especial 8</i> .....	99
4.8.4	<i>Experimentos con la frase especial 15</i> .....	99
4.8.4.1	Experimentos con la frase especial 15 considerada como interrogativa .....	99
4.8.4.2	Experimentos con la frase especial 15 considerada como enunciativa .....	100
4.9	EXPERIMENTO GLOBAL CONJUNTO CON TODAS LAS FRASES .....	100
4.10	CONCLUSIONES SOBRE EL MODELADO DE F0 EN DOMINIO RESTRINGIDO .....	100
<b>CAPÍTULO 5 ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE HABLA CON EMOCIONES.....</b>		<b>103</b>
5.1	DESARROLLO DE UNA NUEVA VOZ PERSONALIZABLE MEDIANTE SÍNTESIS POR FORMANTES	103
5.2	EVALUACIÓN DE LA VOZ PERSONALIZADA Y DEL PROCESO DE PERSONALIZACIÓN	104
5.2.1	<i>Descripción de las sesiones de trabajo para la evaluación del proceso de personalización</i>	104
5.2.2	<i>Resultados</i> .....	105
5.2.2.1	Valores personalizados de los parámetros para cada usuario .....	105
5.2.3	<i>Evaluación de la calidad global de la voz sintética</i> .....	106
5.2.3.1	¿Cómo de natural suena la voz? .....	106
5.2.3.2	¿Cómo es de inteligible el habla? .....	106
5.2.3.3	¿Cómo calificaría la calidad de la voz? .....	106
5.3	LA BASE DE DATOS SES: <i>SPANISH EMOTIONAL SPEECH</i> .....	107
5.3.1	<i>Frases cortas</i> .....	107
5.3.2	<i>Palabras aisladas</i> .....	108
5.3.3	<i>Párrafos de corta longitud</i> .....	108
5.3.4	<i>Grabación</i> .....	108
5.3.5	<i>Etiquetado y marcado de SES</i> .....	109
5.3.6	<i>Análisis de SES</i> .....	109
5.3.6.1	Análisis cualitativo .....	109
5.3.6.2	Análisis cuantitativo de las duraciones y el ritmo .....	110
5.3.6.3	Análisis cuantitativo de la entonación .....	112
5.3.6.4	Síntesis por formantes de voz con emociones .....	113
5.4	EVALUACIÓN DEL HABLA CON EMOCIONES EMPLEANDO SÍNTESIS POR FORMANTES	113
5.4.1	<i>Parámetros generales de la evaluación</i> .....	114
5.4.1.1	Estímulos .....	114
5.4.2	<i>Sesiones de trabajo con los oyentes</i> .....	114
5.4.3	<i>Resultados</i> .....	114
5.4.3.1	Identificación de la emoción transmitida por la voz sintética .....	114
5.4.3.2	Matrices de confusión para voz sintética .....	115
5.4.3.3	Resultados totales de reconocimiento de la emoción simulada .....	115
5.4.3.4	Resultados para las 10 primeras grabaciones .....	116
5.4.3.5	Resultados para las 10 últimas grabaciones .....	116
5.4.3.6	Resultados para voz natural .....	116
5.4.3.7	Matrices de confusión para voz natural .....	117
5.4.3.8	Identificación de la emoción simulada en función del número de frase ....	117
5.5	CONCLUSIONES SOBRE SÍNTESIS DE VOZ CON EMOCIONES MEDIANTE SÍNTESIS POR FORMANTES	117
5.6	EXPERIMENTOS DE SÍNTESIS-POR-COPIA Y VOZ CON EMOCIONES .....	118

5.6.1	<i>Conclusiones sobre síntesis de voz con emociones mediante síntesis por copia</i>	119
-------	---	-----

**CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS ..... 121**

<b>6.1</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	121
6.1.1	<i>Procesado lingüístico automático</i>	121
6.1.2	<i>Modelado de F0 en dominio restringido</i>	122
6.1.3	<i>Análisis y síntesis de voz con emociones</i>	123
<b>6.2</b>	<b>LÍNEAS FUTURAS</b>	124
6.2.1	<i>Procesado lingüístico automático</i>	124
6.2.1.1	Categorización automática	124
6.2.1.2	Análisis sintáctico	124
6.2.1.3	Análisis semántico o conceptual	124
6.2.2	<i>Modelado de F0 en dominio restringido</i>	124
6.2.2.1	Nuevo método voraz para diseño de bases de datos	124
6.2.2.2	Modelado de F0	124
6.2.3	<i>Análisis y síntesis de voz con emociones</i>	125
6.2.3.1	Síntesis de voz configurable y con emociones	125
6.2.3.2	Base de datos de habla emotiva en castellano	125

**REFERENCIAS ..... 127**

**APÉNDICES ..... 137**

<b>A.1</b>	<b>PROCESADO LINGÜÍSTICO AUTOMÁTICO</b>	137
A.1.1	<i>Etiquetado del 860</i>	137
A.1.1.1	Nuevo etiquetado del corpus 860	137
A.1.1.2	Formato de las etiquetas del 860	138
A.1.1.3	Categorías primarias y secundarias	138
A.1.2	<i>Lista de paradigmas irregulares empleados</i>	141
A.1.3	<i>Patrones del experimento de aprendizaje de reglas de categorización</i>	142
A.1.4	<i>Conjuntos de etiquetas del experimento de aprendizaje de reglas de categorización</i>	142
A.1.5	<i>Tablas de resultados de los experimentos sobre etiquetado estocástico</i>	144
A.1.6	<i>Reglas léxicas de preprocesamiento para el análisis sintáctico</i>	147
A.1.7	<i>Gramáticas de contexto libre empleadas</i>	149
A.1.8	<i>Gramática de primer nivel</i>	150
A.1.8.1	Secuencia de segmentos o sintagmas simples	150
A.1.8.2	Nexos	150
A.1.8.3	Formas verbales	151
A.1.8.4	Nombres propios	153
A.1.8.5	Sintagma nominal	153
A.1.8.6	Sintagma adverbial	158
A.1.8.7	Sintagma adjetival	158
A.1.8.8	Estructuras con determinante	159
A.1.8.9	Sintagmas preposicionales	159
A.1.8.10	Locuciones	161
A.1.9	<i>Gramática de segundo nivel</i>	162
A.1.9.1	Cuantificación	162
A.1.9.2	Fechas	163
A.1.9.3	Comparaciones	164
A.1.9.4	Coordinación	164
A.1.9.5	Comillas	165
<b>A.2</b>	<b>MODELADO DE F0 EN DOMINIO RESTRINGIDO</b>	165
A.2.1	<i>Frases patrón iniciales de la base de datos de dominio restringido</i>	165

A.2.2	<i>Frases patrón definitivas de la base de datos de dominio restringido</i> .....	166
A.2.3	<i>Análisis estadístico del modelado de F0 parámetro a parámetro</i> .....	167
A.2.4	<i>Análisis de F0 con un modelo paramétrico en dominio restringido</i> .....	168
A.2.4.1	Nombres propios en enunciativas .....	168
A.2.4.2	Sintagmas nominales en enunciativas.....	170
A.3	ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE HABLA CON EMOCIONES .....	172
A.3.1	<i>Personalización de voz</i> .....	172
A.3.1.1	Evaluación inicial del sintetizador (previo a la personalización).....	172
A.3.1.2	Bases de datos para una voz neutra.....	173
A.3.1.3	Herramientas semiautomáticas.....	173
A.3.1.4	Diseño e implementación de una nueva voz .....	173
A.3.1.5	Reglas Prosódicas .....	175
A.3.1.6	Nuevas reglas Segmentales .....	175
A.3.1.7	Integración y pruebas.....	177
A.3.2	<i>Ejemplo de cuestionario para la evaluación de síntesis de voz con emociones</i> <i>177</i>	
A.3.3	<i>Textos de la base de datos SES</i> .....	178
A.3.3.1	Párrafos.....	178
A.3.3.2	Frases.....	178
A.3.3.3	Palabras.....	179
6.2.3.3	Relación entre las frases y las palabras de la base de datos .....	179
A.3.4	<i>Cuestionario de evaluación de voz emotiva en el proyecto VAESS</i> .....	180
A.3.5	<i>Cuestionario sobre la personalización de voz</i> .....	180
A.3.6	<i>Definición de rasgos simples y complejos para la voz personalizada o con</i> <i>emociones</i> .....	181
A.3.7	<i>Reglas segmentales y de entonación para el castellano (para personalización</i> <i>y para emociones)</i> .....	183