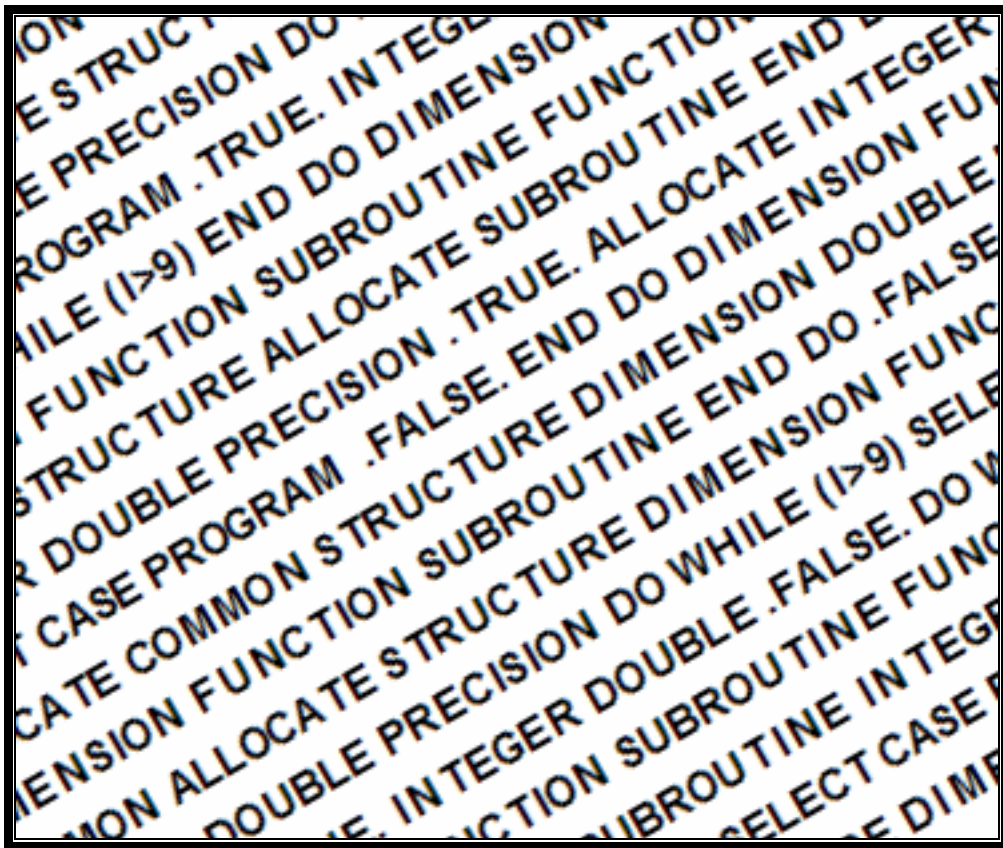


FUNDAMENTOS DE INFORMÁTICA

PROGRAMACIÓN EN FORTRAN



Pilar Bernardos Llorente

Departamento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación

Universidad de Cantabria, 2008

PRÓLOGO

El propósito de este libro es recopilar los aspectos básicos del lenguaje de programación Fortran 90/95.

Está organizado en siete capítulos de nivel de complejidad creciente. Los capítulos no son independientes entre sí, de modo que su lectura no puede realizarse en cualquier orden, sino en el que se propone en este libro.

Cada capítulo contiene una primera parte teórica y otra parte práctica que consta a su vez de una serie de ejercicios resueltos y propuestos. Se pretende que, a la vista de la teoría y los programas que se presentan, el alumno sea capaz de construir programas de dificultad similar, tales como los que se plantean en los ejercicios propuestos.

Este libro está pensado para cualquier persona que quiera iniciarse en el lenguaje de programación Fortran. Lógicamente, es imprescindible que el aprendizaje se lleve a cabo con un computador.

Todos los programas presentados funcionan en los entornos de programación Compaq Visual Fortran versión 6.5 y Plato 3 versión 3.20 de la Salford Software, Ltd 2005. Este último entorno es de distribución gratuita en Internet para uso personal. Ambos permiten compilar el lenguaje de programación Fortran con formatos libre y fijo y Plato 3 a su vez también compila otros lenguajes como Java, C++, C#.

El libro sirve de guía básica a los alumnos de primer curso de Ingeniería Industrial y Química de la Universidad de Cantabria en la asignatura de Fundamentos de Informática para la parte de programación en el lenguaje Fortran. No obstante, en ningún caso, pretende sustituir a un manual de referencia del lenguaje.

TABLA DE CONTENIDOS

<u>0</u>	<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>11</u>
0.1	¿QUÉ ES FORTRAN?	11
0.2	CAMBIOS EN LOS DIFERENTES ESTÁNDARES FORTRAN	12
0.3	¿POR QUÉ FORTRAN?	12
0.4	ELEMENTOS DEL LENGUAJE	13
<u>1</u>	<u>TIPOS DE DATOS Y LOS PRIMEROS PASOS: LEER, CALCULAR, ESCRIBIR.....</u>	<u>15</u>
1.1	JUEGO DE CARACTERES FORTRAN	15
1.2	ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA FORTRAN	15
1.3	PROGRAM.....	16
1.4	STOP	16
1.5	EJEMPLO DE USO DE STOP	17
1.6	END PROGRAM	17
1.7	FORMATO DE LAS LÍNEAS EN FORTRAN 90/95	17
1.8	TIPOS DE DATOS	18
1.9	CONSTANTES EN FORTRAN	19
1.9.1	CONSTANTES ENTERAS	20
1.9.2	CONSTANTES REALES	20
1.9.3	CONSTANTES LÓGICAS.....	20
1.9.4	CONSTANTES COMPLEJAS	21
1.9.5	CONSTANTES CARÁCTER	21
1.10	IDENTIFICADORES	21
1.11	VARIABLES	21
1.11.1	DECLARACIÓN EXPLÍCITA.....	22
1.11.2	DECLARACIÓN IMPLÍCITA	22
1.12	INICIALIZACIÓN DE VARIABLES	23
1.13	CONSTANTES CON NOMBRE: PARAMETER.....	23
1.14	EXPRESIONES ARITMÉTICAS.....	24
1.14.1	REGLAS DE PRECEDENCIA DE OPERADORES ARITMÉTICOS ...	24
1.14.2	EJEMPLO DE REGLAS DE PRECEDENCIA	25
1.15	ARITMÉTICA CON TIPOS MEZCLADOS.....	25
1.16	ASIGNACIÓN ARITMÉTICA.....	27

1.17	FUNCIONES INTRÍNSECAS FORTRAN	27
	<u>EJERCICIOS RESUELTOS</u>	29
	<u>EJERCICIOS PROPUESTOS</u>	34
2	<u>ESTRUCTURAS DE CONTROL CONDICIONALES</u>	35
2.1	EXPRESIONES LÓGICAS RELACIONALES	35
2.2	EJEMPLOS DE EXPRESIONES LÓGICAS RELACIONALES	36
2.3	EXPRESIONES LÓGICAS COMBINACIONALES	36
2.4	PRECEDENCIAS LÓGICAS-ARITMÉTICAS	37
2.5	SENTENCIA DE ASIGNACIÓN LÓGICA	38
2.6	BLOQUE IF	39
2.7	BLOQUE IF CON NOMBRE	40
2.8	EJEMPLOS DE BLOQUES IF	41
2.9	IF LÓGICO	41
2.10	BLOQUE SELECT CASE	42
2.11	EJEMPLOS DE BLOQUE SELECT CASE	42
	<u>EJERCICIOS RESUELTOS</u>	45
	<u>EJERCICIOS PROPUESTOS</u>	53
3	<u>ESTRUCTURAS DE CONTROL REPETITIVAS. BUCLES.....</u>	55
3.1	ESTRUCTURAS DE REPETICIÓN	55
3.2	REPETICIÓN CONTROLADA POR CONTADOR O BUCLE DO ITERATIVO .	55
3.3	REPETICIÓN CONTROLADA POR EXPRESIÓN LÓGICA O BUCLE WHILE	57
3.4	BUCLE DO WHILE	59
3.5	SENTENCIAS EXIT Y CYCLE	61
3.6	BUCLES CON NOMBRE	62
3.7	BUCLES ANIDADOS	63
3.8	BUCLES ANIDADOS DENTRO DE ESTRUCTURAS IF Y VICEVERSA.....	64
	<u>EJERCICIOS RESUELTOS</u>	65
	<u>EJERCICIOS PROPUESTOS</u>	73

<u>4</u>	<u>ARRAYS</u>	<u>75</u>
4.1	INTRODUCCIÓN	75
4.2	DECLARACIÓN DE ARRAYS.....	75
4.3	REFERENCIA A LOS ELEMENTOS DE UN ARRAY	76
4.4	INICIALIZACIÓN DE ARRAYS	77
4.4.1	INICIALIZACIÓN DE ARRAYS EN SENTENCIAS DE DECLARACIÓN DE TIPO.....	77
4.4.2	INICIALIZACIÓN DE ARRAYS EN SENTENCIAS DE ASIGNACIÓN.....	78
4.4.3	INICIALIZACIÓN DE ARRAYS EN SENTENCIAS DE LECTURA	79
4.5	OPERACIONES SOBRE ARRAYS COMPLETOS	81
4.6	OPERACIONES SOBRE SUBCONJUNTOS DE ARRAYS	82
4.6.1	TRIPLETES DE ÍNDICES.....	82
4.6.2	VECTORES DE ÍNDICES.....	83
4.7	CONSTRUCCIÓN WHERE.....	83
4.8	SENTENCIA WHERE.....	85
4.9	CONSTRUCCIÓN FORALL	85
4.10	SENTENCIA FORALL	86
4.11	ARRAYS DINÁMICOS	87
	<u>EJERCICIOS RESUELTOS.....</u>	<u>89</u>
	<u>EJERCICIOS PROPUESTOS.....</u>	<u>105</u>
<u>5</u>	<u>PROCEDIMIENTOS.....</u>	<u>107</u>
5.1	DISEÑO DESCENDENTE.....	107
5.2	FUNCIONES	108
5.3	SUBROUTINAS	111
5.4	TRANSFERENCIA DE ARRAYS A PROCEDIMIENTOS	113
5.5	COMPARTIR DATOS CON MÓDULOS.....	114
5.6	PROCEDIMIENTOS MÓDULO.....	116
5.7	PROCEDIMIENTOS COMO ARGUMENTOS.....	117
5.8	ATRIBUTO Y SENTENCIA SAVE	118
5.9	PROCEDIMIENTOS INTERNOS	119
5.10	PROCEDIMIENTOS RECURSIVOS.....	119

5.11 ARGUMENTOS OPCIONALES Y CAMBIOS DE ORDEN	120
<u>EJERCICIOS RESUELTOS</u>	123
<u>EJERCICIOS PROPUESTOS</u>	137
<u>6 CARACTERES Y CADENAS.....</u>	139
6.1 CARACTERES Y CADENAS.....	139
6.2 EXPRESIÓN CARÁCTER.....	140
6.3 ASIGNACIÓN CARÁCTER	140
6.4 FUNCIONES INTRÍNSECAS CARÁCTER	141
<u>EJERCICIOS RESUELTOS</u>	145
<u>EJERCICIOS PROPUESTOS</u>	154
<u>7 FORMATOS Y ARCHIVOS.....</u>	155
7.1 ENTRADA/SALIDA EN FORTRAN	155
7.2 SALIDA POR PANTALLA.....	155
7.3 ENTRADA POR TECLADO	156
7.4 DESCRIPTORES DE FORMATO	157
7.4.1 DESCRIPTOR I DE FORMATO ENTERO.....	158
7.4.2 DESCRIPTOR F DE FORMATO REAL.....	158
7.4.3 DESCRIPTOR E DE FORMATO EXPONENCIAL	159
7.4.4 DESCRIPTOR ES DE FORMATO CIENTÍFICO	160
7.4.5 DESCRIPTOR L DE FORMATO LÓGICO	161
7.4.6 DESCRIPTOR A DE FORMATO CARÁCTER.....	162
7.4.7 DESCRIPTORES X, T DE POSICIÓN HORIZONTAL Y / DE POSICIÓN VERTICAL	163
7.4.8 REPETICIÓN DE GRUPOS DE DESCRIPTORES DE FORMATO ...	164
7.5 PROCESAMIENTO DE ARCHIVOS.....	165
7.6 POSICIÓN EN UN ARCHIVO.....	166
7.7 SALIDA POR ARCHIVO.....	167
7.8 ENTRADA POR ARCHIVO.....	168
<u>EJERCICIOS RESUELTOS</u>	171

<u>EJERCICIOS PROPUESTOS.....</u>	<u>178</u>
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>181</u>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Ejemplo de uso de STOP	17
Tabla 1.2: Tipos de datos intrínsecos en Fortran	19
Tabla 1.3: Operadores aritméticos Fortran	24
Tabla 1.4: Reglas de precedencia de operadores aritméticos	25
Tabla 1.5: Ejemplo de reglas de precedencia de operadores aritméticos	25
Tabla 1.6: Orden de precedencia de los tipos Fortran.....	26
Tabla 1.7: Aritmética con tipos mezclados.....	26
Tabla 2.1: Operadores lógicos relacionales Fortran	35
Tabla 2.2: Ejemplos de expresiones lógicas relacionales	36
Tabla 2.3: Operadores lógicos combinacionales Fortran 90/95	37
Tabla 2.4: Tabla de verdad de los operadores lógicos combinacionales.	37
Tabla 2.5: Orden de precedencia de operadores lógicos combinacionales Fortran	37
Tabla 2.6: Orden de precedencia de operadores Fortran	38
Tabla 7.1: Símbolos usados en los descriptores de formatos	157
Tabla 7.2: Formatos de escritura de enteros	158
Tabla 7.3: Formatos de lectura de enteros.....	158
Tabla 7.4: Formatos de escritura de reales	159
Tabla 7.5: Formatos de lectura de reales.....	159
Tabla 7.6: Formatos de escritura de reales en formato exponencial	160
Tabla 7.7: Formatos de lectura de reales en formato exponencial.....	160
Tabla 7.8: Formatos de escritura de reales en formato científico.....	161
Tabla 7.9: Formatos de lectura de reales en formato científico	161
Tabla 7.10: Formatos de escritura de datos lógicos.....	162
Tabla 7.11: Formatos de lectura de datos lógicos	162
Tabla 7.12: Formatos de escritura de caracteres	163
Tabla 7.13: Formatos de lectura de caracteres	163

0 INTRODUCCIÓN

0.1 ¿Qué es Fortran?

- Fortran es el primer lenguaje de programación de alto nivel creado en el año 1957 por obra de un equipo de científicos de IBM dirigido por John Backus.
- Por aquel entonces, sólo los científicos e ingenieros utilizaban los computadores para resolver problemas numéricos. Por tanto, la facilidad de aprendizaje del lenguaje equivalía a que la notación fuese un reflejo de la notación matemática. No en vano, Fortran deriva de las palabras inglesas FORMula TRANslation.
- Desde su creación en la década de los años 50 en IBM, ha sido y es ampliamente utilizado, habiendo pasado por un proceso de evolución que ha dado lugar a distintas versiones que, por convención, se identifican por los dos últimos dígitos del año en que se propuso el estándar correspondiente. Las distintas versiones son:
 - Fortran 66 publicada por ANSI¹ X3.9-1966.
 - Fortran 77 publicada por ANSI X3.9-1978 y ISO²/IEC 1539:1980.
 - Fortran 90 titulado *Programming Language "Fortran" Extended* (ANSI X3.198-1992 and ISO/IEC 1539:1991).
 - Fortran 95 titulado *Information technology - Programming languages - Fortran - Part 1: Base language* (ISO/IEC 1539:1997).
 - Fortran 2003 titulado *Information technology - Programming languages - Fortran - Part 1: Base language*. (ISO/IEC 1539:2004).
- Por supuesto, todas las versiones incluyen a las anteriores. Así, cualquier programa escrito en Fortran 66, Fortran 77 o Fortran 90, compila, sin problemas, en un compilador Fortran 95.
- Debemos remarcar, no obstante, que en general los compiladores de Fortran que proporcionan las distintas casas de hardware y/o

¹ ANSI (American National Standards Institute).

² ISO (International Standards Organization).

software son versiones ampliadas, que permiten la utilización de extensiones del lenguaje no normalizadas.

- La ventaja de la normalización del Fortran, supone que sea fácilmente transportable a cualquier entorno informático que disponga de un compilador compatible con el estándar.
- Si la transportabilidad es un requisito, hay que procurar evitar las extensiones no normalizadas que incorporan los distintos fabricantes.

0.2 Cambios en los diferentes estándares Fortran

- Fortran 90 incluye todas las características de las versiones anteriores, de forma que las inversiones en software están protegidas. Pero añade un conjunto de características para hacerlo competitivo con lenguajes más modernos:
 - Las sentencias se pueden escribir en un formato libre.
 - Se permiten nombres más largos.
 - Se crean nuevas construcciones de control para ejecución selectiva y repetitiva.
 - Aparecen nuevos tipos de subprogramas para facilitar la programación modular.
 - Nuevos mecanismos de procesamiento de matrices.
 - Tipos de datos definidos por el usuario.
 - Punteros y estructuras de datos dinámicas.
- Fortran 95 es una revisión menor del estándar anterior, que añade características para programación paralela del dialecto *High Performance* Fortran, tales como funciones puras y elementales definidas por el usuario, y la construcción FORALL.
- Fortran 2003 presenta como características nuevas más importantes: soporte para el manejo de excepciones, programación orientada a objeto e interoperatividad mejorada con el lenguaje C.

0.3 ¿Por qué Fortran?

Hoy en día el aprendizaje del Fortran es interesante porque:

- Es el lenguaje predominante en aplicaciones matemáticas, científicas y de ingeniería.
- Es un lenguaje fácil de aprender y utilizar.
- Es el único lenguaje que perdura desde los años 50 hasta el momento actual.
- Existen miles de programas de cálculo, y librerías de uso absolutamente generalizado: IMSL (International Mathematics and Statistical Library), NAG (Numerical Algorithms Group), etc.

0.4 Elementos del lenguaje

- Un programa Fortran es simplemente una secuencia de líneas de texto o instrucciones.
- Como en cualquier lenguaje de programación, el texto que aparece en las distintas líneas del programa debe seguir una sintaxis determinada, de forma que dé lugar a un programa Fortran construido correctamente.
- Cuando aparece una instrucción Fortran nueva en el texto, se explica su sintaxis general, utilizando para ello los siguientes criterios:
 - La instrucción aparece resaltada en gris.
 - Las palabras reservadas del lenguaje se escriben en mayúsculas.
 - Si aparecen corchetes, éstos no forman parte de la sintaxis e indican que lo que está dentro es opcional.
 - Si aparecen puntos suspensivos, éstos tampoco forman parte de la sintaxis e indican listas de elementos como el inmediatamente anterior.
 - Si aparecen llaves en las que hay varias opciones separadas con barras verticales { Op1 | Op2 | Op3 }, se trata de elegir una de esas opciones (en este caso, Op1, Op2 o Op3). Tanto las llaves como las barras verticales no forman parte de la sintaxis.
- Los ejercicios resueltos que aparecen al final de cada capítulo están codificados usando el formato libre de líneas, específico de Fortran 90, para mayor comodidad del usuario. Las reglas para escribir en este formato se explican en el capítulo 1, sección 7.

