

振动数字信号处理程序库

中国电子学会信号处理学会《振动数字信号处理程序库》编委会 编
仪器仪表

科学出版社

振动数字信号处理程序库

中国电子学会信号处理学会
仪器仪表

《振动数字信号处理程序库》编委会 编



4013792

内 容 简 介

本书是根据“六五”国家科技攻关项目“振动数字信号处理程序库”的研究成果汇编而成。全书共五章,内容包括:振动激励信号的数字发生、振动信号的预处理和平滑处理、相关分析和谱分析、模态分析与参数识别、特征分析和故障诊断。书中共50个程序。全部程序用FORTRAN语言编写,源程序加有注释和说明,便于修改和移植。这些程序既可直接编译运行,处理实际工程问题,又可在在此基础上进一步发展新的方法和程序。全部程序都经过PDP11系列机运行考核,并已移植到IBMPC/XT微型计算机上。

本书可供机械、交通、冶金、石油化工、航天、航空、土建、水利电力、轻纺等部门从事振动分析、设备故障诊断、结构动力学分析等工作的工程技术人员应用、参考,也可供大专院校有关专业师生使用、参考。

振动数字信号处理程序库

中国电子学会信号处理学会
仪器仪表学会

《振动数字信号处理程序库》编委会 编

责任编辑 刘兴民

科学出版社出版

北京朝内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

★

1988年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1988年8月第一次印刷 印张:40

印数:平 1-2,330 插页:平 2 精 3

精 1-960 字数:938,000

ISBN 7-03-000287-3/TN·11 (平)

ISBN 7-03-000556-2/TN·35 (精)

定 价: 平 装 14.50 元

布 脊 精 装 15.60 元

《振动数字信号处理程序库》编委会

主 编：张阿舟（南京航空学院）

副主编：常西畅（北京自动化技术研究所）

朱德懋（南京航空学院）

编 委：徐 敏（上海交通大学）

于尧治（中国船舶工业总公司上海 711 研究所）

赵荣椿（西北工业大学）

周传荣（南京航空学院）

黄世霖（清华大学）

韩毓先（北京自动化技术研究所）

姜兴渭（哈尔滨工业大学）

陈荣盛（中国船舶工业总公司无锡 702 研究所）

洪钟瑜（郑州机械所）



编 者 的 话

信号处理是近年来发展非常迅速的一门技术学科。它广泛应用于航天、航空、船舶、雷达、通信、机械工程、桥梁、建筑、电力、生物医学等领域,日益受到人们的重视。而振动则是工程中常常要处理的问题。把数字信号处理技术应用于振动工程,立刻产生巨大的经济效益和社会效益,其应用和研究遍及航天、航空、石油化工等部门及船舶、机车、轮机、电机、机床、桥梁、建筑等工程领域。尤其是实验模态分析技术和机械设备故障振声诊断技术,更为广大工程技术人员所急需。本书正是为适应这种要求而编辑、出版的。

1982年12月,在由中国电子学会、仪器代表学会信号处理学会召开的“信号处理设备座谈会”上,代表们提出由学会出面编辑几个方面的信号处理应用程序库,以期减少重复性编程工作,推动信号处理技术在各个工程领域的普及。这个建议得到学会领导常迺、潘甦民等同志的重视。1983年4月在国家科委新技术局支持下,信号处理学会召集了“数字信号处理应用程序库研讨会”,集中讨论了振动信号处理程序库等软件的研制工作,并决定上报国家科委立项。在有关部门支持下,1983年10月,该程序库软件正式列入国家“六五”科技攻关项目,由北京自动化技术研究所主持进行。1984年1月,北京自动化技术研究所会同南京航空学院等单位,在南京召集会议,正式成立了以张阿舟教授为主编的编委会,负责审定该书的章节设置,全部稿件的编审和软件考核。

书中的大部分程序由北京自动化技术研究所、南京航空学院等六校四所共同研制完成,集中反映了国内近几年的最新成果。少数程序是我们为方便读者,从《数字信号处理程序库》一书¹⁾中选编的,选编时对一些程序进行了改编。在张阿舟教授的领导下,对各个程序从理论方法、数学模型、算法、编程等几方面进行了反复论证。全部程序用 FORTRAN 语言编写,源程序加有注释和说明,便于修改和移植。这些程序既可直接编译运行,处理实际工程问题,又可在在此基础上,进一步发展新的方法和程序,从而大大减少重复的编程工作,提高计算机资源的利用率,为加快振动信号处理技术的发展作出贡献。全书程序都已在 PDP11 系列机上运行考核通过,并已移植到 IBM PC/XT 微型计算机上,程序运行结果可以在屏幕上显示、绘图仪绘图或者打印输出。全部程序已由北京自动化技术研究所制成相应的软盘,以利推广发行。

参加本书程序编制工作的主要有:北京自动化技术研究所常西畅、杨建萍、赵枫、徐庆生、郭晓红、赵梦杰;南京航空学院张阿舟、朱德懋、周传荣、李岳锋、孙久厚、李鸣;上海交通大学徐敏、史习智、佟德纯、陈进、朱华;西安交通大学张景绘、邱阳;西北工业大学赵荣椿、赵忠明;中国船舶工业总公司上海 711 所于尧治、张泉南;北方交通大学袁保宗、梁满贵、姜乃英;哈尔滨工业大学姜兴渭、董彩凤;中国船舶工业总公司无锡 702 所陈荣盛、许广清;郑州机械研究所洪钟瑜、程维伦等同志。

负责书稿、程序编辑整理的是北京自动化技术研究所常西畅、徐庆生、杨建萍、沈忠

1) 中国电子学会、仪器仪表学会信号处理学会《数字信号处理程序库》编译组,数字信号处理程序库,清华大学出版社,1983。

德。

全书由张阿舟、朱德懋、李岳峰、常西杨审校。朱德懋、赵荣椿、周传荣、徐敏分别为第一、三、四、五章写了引言。

本书的编制工作得到国家科委刘菊芬、潘甦民同志，北京自动化技术研究所、陈旦平同志的指导和支特，在此一并致谢。

目 录

第一章 振动激励信号的数字发生	1
1.1 伪随机信号	3
1.2 窄带随机信号	6
1.3 快速正弦扫频信号	11
第二章 振动信号的预处理和平滑处理	15
2.1 平稳性检验	15
2.2 正态性检验	19
2.3 错点剔除	23
2.4 趋势项排除	27
2.5 排除曲线趋势	29
2.6 平均化处理	34
2.7 窗函数	50
2.7.1 平顶时间窗	51
2.7.2 哈宁窗函数	52
2.7.3 哈宁二次窗	52
2.7.4 哈宁三次窗	53
2.7.5 海明窗函数	54
2.7.6 P200 窗函数	54
2.7.7 P201 窗函数	55
2.7.8 P210 窗函数	56
2.7.9 P301 窗函数	57
2.7.10 P310 窗函数	58
第三章 相关分析和谱分析	64
3.1 正、反傅里叶变换	67
3.1.1 快速傅里叶变换算法	67
3.1.2 混合基快速傅里叶变换	91
3.1.3 复数通用 N 威诺格拉德-傅里叶变换程序 (WFTA)	115
3.1.4 基 4 高效快速傅里叶变换	140
3.2 相关分析	155
3.2.1 $\sqrt{\text{自}}$ 相关函数	155
3.2.2 $\sqrt{\text{互}}$ 相关函数	161
3.3 功率谱	167
3.3.1 $\sqrt{\text{自}}$ 功率谱	167
3.3.2 $\sqrt{\text{互}}$ 功率谱	180
3.3.3 $\sqrt{\text{三分之一}}$ 倍频程谱	193
3.3.4 最小二乘自适应快速谱估计算法	205

3.4	传递函数和奈奎斯特圆	213
3.4.1	传递函数	213
3.4.2	奈奎斯特圆	221
3.5	相干函数	229
3.6	高分辨率傅里叶分析程序	242
3.7	倒频谱	256
3.7.1	实倒频谱	256
3.7.2	复倒频谱	264
3.8	最大熵谱估计	281
3.9	最大似然谱估计	294
第四章	模态分析与参数识别	299
4.1	模态分析的预处理	303
4.2	导纳圆拟合法	313
4.3	复模态参数迭代法	337
4.4	随机减量法	361
4.5	ITD 时域法	376
4.6	应用时间序列的基本性质识别固有频率和阻尼比	408
4.7	振动特征识别的时序法	421
第五章	特征分析和故障诊断	449
5.1	平均功率谱及平均阶比谱	470
5.1.1	平均功率谱	470
5.1.2	平均阶比谱	482
5.2	时间频率谱阵及时间阶比谱阵	488
5.2.1	时间频率谱阵	488
5.2.2	时间阶比谱阵	496
5.3	转速频率谱阵及转速阶比谱阵	502
5.3.1	转速频率谱阵	502
5.3.2	转速阶比谱阵	507
5.4	转速频率坎贝尔图及转速阶比坎贝尔图	514
5.4.1	转速频率坎贝尔图	514
5.4.2	转速阶比坎贝尔图	519
5.5	跟踪频率谱及跟踪阶比谱	524
5.5.1	跟踪频率谱	524
5.5.2	跟踪阶比谱	529
5.6	跟踪复合功率谱	533
5.7	边频分析	558
5.8	工况变化趋势分析	575
5.8.1	AR 参数分析	575
5.8.2	熵谱谱阵分析	585
5.9	包络分析	603
5.10	声强分析	612

第一章 振动激励信号的数字发生

引 言

本章主要介绍如何采用数字技术来生成作为振动系统外加激励的振动激励信号。

振动分析通常需要对振动系统的输入信号(即外加激励)和输出信号(即系统的响应)进行分析,从而得出系统的振动特性。输入信号一般可分为两类:一类是系统在运行过程中所受的实际激励,它反映了系统工作的真实情况,但往往难以测定,而且常常不能提供振动分析所需要的全部有用信息或者没有足够的能量。另一类是人为地对系统施加的激励,它可以根据振动分析的需要来设定,具有一定的特性和足够的能量。这在实验室条件下能有效地实现,但会影响实际系统的正常运行。为了避免这种情况发生,通常必须对这类外加激励附加各种限制,此时,又给实现带来困难。本章讨论的振动激励信号是指后一种人为外加的激励信号。

为了获得各种信号源,现已设计出各种类型的信号发生器,其中绝大多数都是模拟式的。目前,我们在振动测试和振动分析中应用的多数是这类信号发生器。

随着电子技术的飞跃发展和电子计算机的广泛应用,振动测试和振动分析已向计算机化、数字化方向发展,并且已逐步成为现代振动测试和振动分析的主要手段。因此,数据采集和信号发生也相应地转向数字化。用数字技术产生振动激励信号就是在这个背景下提出来的。

用数字技术生成振动激励信号的过程是:先用计算机根据预先设计和已编好的程序生成一个时间序列(数列),然后该序列经数-模转换器转换为具有一定电平的模拟信号,信号经过功率放大去推动激励器或振动台。由于这种振动激励信号是由程序实现的,所以具有方便、灵活的特点,完全可以根据振动测试和振动分析的需要进行生成,如果把计算机的分析能力包含进去,便可实现给定条件和规律的振动控制。本章仅介绍几种典型信号的程序编制。

振动分析的传统方法是采用正弦稳态激励,即产生一频率可变的正弦波,并用它作为系统的激励信号。用这种振动激励信号作振动分析,具有精度高的优点,但试验时间过长。随着振动分析技术的发展,现在采用的激励信号已有许多种,随机激励就是其中之一。白噪声激励信号是一种理想的信号源,具有均匀的功率谱密度,但从理论上讲需要在无穷大的时间历程上观测数据,并且要求有无限的能量,实际上这是无法严格实现的。周期性的伪随机信号则是一种实用的信号源,它适用于在一定频带内的振动分析,能量也相对集中。快速正弦扫描是另一种常用的信号。它是确定性的,可以任意选择初始频率和终止频率以及扫描方式和扫描时间,从而可以构成不同特性的信号。总之,可以利用计算机所具有的软件功能构造各种各样的信号源,这是一般模拟式的信号发生器难以实现的。

用数字方法产生振动激励信号虽然有很多优点,但它与其它数字信号一样,具有数字

信号的固有特性,需要进行必要的正确处理,否则不能得到预期的结果。振动信号经过数-模转换器才能成为具有一定电平的模拟信号,而且激励信号的发生与响应的采集必须同时进行,故质量直接与数-模转换器(以及模-数转换器)的性能以及所取的参数有关。因此,要正确地产生和使用激励信号必须进行预处理。这些问题已超出本章的范围,这里不再赘述。

1.1 伪随机信号

赵梦杰

(北京自动化技术研究所)

1. 功能

本程序提供一种伪随机二进制序列。该序列可以用于振动特性试验、随机振动试验、故障诊断等许多方面。它分为周期性的和非周期性的两种。

2. 方法概要

在结构动态试验中,伪随机信号是一种常用的试验信号,伪随机信号和伪随机二进制序列在信号处理中具有相同含义。本程序中伪随机信号的生成是建立在 m 序列的基础上,也就是建立在移位寄存器的基础上。移位寄存器长度 N ,确定了伪随机信号的周期 T , $T=2^N-1$ 。在同一周期内 0、1 出现的概率相等,控制长度 N 的大小则可以改变伪随机信号的周期 T 。采用改变基数的方式,可以得到不同起点的序列。其生成原理如下:

将基数 $(a_{N-1}, a_{N-2}, \dots, a_1, a_0)$ 右移一位,给出 $a_{i-1} = a_i (0 < i < N-1)$, $a_{N-1} = a_0 \oplus a_1$, 其中 $\oplus$ 是“模2”加。这就是伪随机二进制序列,也就是伪随机信号。在同一个周期内,输出信号可以认为是完全随机的,但由于其生成是可重复的,因而称作伪随机信号。当 $N=3, 4, 6, 7, 15$ 时,该序列为 m 序列。

非周期伪随机信号常用于代替真随机信号。所谓非周期是讲没有周期,也就是没有重复,亦即周期为无限大。非周期伪随机信号的产生有多种,本处以改变基数的方式得到,实质上是将多个周期不同的随机序列相联接,其统计特性基本不变。

3. 使用说明

调用形式:

CALL RANDOM(N, IABO, IAO, ISI, POST)

参数说明:

N——移位寄存器长度 ($1 < N < 15$)。

IABO——生成随机序列的基数 ($0 < IABO < 32765$)。

IAO——返回的随机信号值 ($IAO = 0/1$)。

ISI——周期选择。ISI = 0 表示周期随机序列, ISI = 1 表示非周期的。

POST——初始化信号。首次调用置 POST = 0 此时装入的基数有效。首次调用后程序自行将 POST 置 1。当需要改变基数时,再改变 POST = 0。

当 $N=14$ 时所得到的周期 $T=2^{14}-1 \approx 16k$, 这个序列的长度可以满足一般用户要求。多次调用 RANDOM 可以形成一个序列。由于编程中避开了数组,因而用户可

以重复调用 RANDOM 程序,而不受次数及内存空间的限制。适当地调整参数就可以简便灵活地得到所需要的随机信号。

4. 应用举例

以主程序调用 RANDOM 子程序,序列长度取为 $2^N - 1$ 。结果于后。

参 考 文 献

- [1] 林可祥、汪一飞,伪随机码的原理与应用,人民邮电出版社,1978.
- [2] J. S. 麦迪成,随机最优线性估计与控制,黑龙江人民出版社,1984.
- [3] 钟义信,伪噪声编码通信,人民邮电出版社,1979.

	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1

```

IAO=IA-2*IAB
IA1=IAB-2*(IAB/2)
IAO=IAO-IA1
IF (IAO.EQ.0) GOTO 40
IAO=1
IAN=IAO*(2**(N-1))
IAB=IAB+IAN
RETURN
END

```

```

40
100

```

```

C-----
C MAIN PROGRAM1 TEST THE SUBROUTINE 'RANDOM'
C INPUT: N IS THE LENGTH OF THE REGISTER USED TO GENERATE
C RANDOM SERIES,N<15
C IABO IS INITIAL VALUE IN THE REGISTER,IABO IS A
C NON-ZERO VALUE
C-----

```

```

N=7
IAO=0
IABO=456
NO=2**N-1
ISI=0
DO 90 I=1,NO
CALL RANDOM(N,IABO,IAO,ISI)
WRITE(5,44)IAO
CONTINUE
FORMAT('+',I5,4)
STOP
END

```

```

90
44

```

```

C-----
C SUBROUTINE: RANDOM
C GENERATING A ELEMENT IN A RANDOM SERIES
C-----

```

```

SUBROUTINE RANDOM(N,IABO,IAO,ISI)

```

```

C INPUT: N = REGISTER LENGTH
C IABO = INITIAL VALUE WILL BE SET IN THE REGISTER
C ISI = DERACTOR ISI=0 PERIODIC RANDOM
C ISI=1 NON-PERIODIC RANDOM
C OUTPUT: IAO = RETURNED RANDOM VALUE (0 OR 1)

```

```

POST=POST+1

```

```

C POST: Used in INIT.
C

```

```

IF (POST.EQ.1) GOTO 68
GOTO 30
NO=2**N-1
IAB=IABO-(NO+1)*(IABO/(NO+1))
IF (IAB.EQ.0) IAB=256
IF (ISI.EQ.0) GOTO 30
ISI=ISI+1
ISI0=ISI-10*(ISI/10)
IF (ISI0.EQ.0) IAB=IAB-IS2
IS2=ISI0
IA=IAB
IAB=IA/2

```

```

68

```

```

30

```

1.2 窄带随机信号

赵梦杰

(北京自动化技术研究所)

1. 功能

窄带随机信号的振动试验中的另一种常用的激励信号。窄带随机信号的作用是将激励信号的能量集中在某一确定的频率范围内,并在该频段内保持信号具备随机噪声的特性。使该频段内的信号幅度被放大,而其它频率的振动分量被衰减,以适应随机振动试验的要求。

2. 方法概要

本程序的窄带信号 y , 是采用一组随机数 x (FORTRAN 中的 RAN(1) 函数, 也可用上一节生成的随机信号) 通过数字滤波器 H 而产生的。即

$$X_{\text{RAN}}(\omega) \cdot H(\omega) = Y_{\text{RAN}}(\omega)$$

该滤波器应具备窄带特性, 即放大了中心频率为 f_c 的频带 $f_c \pm f_0$ 内的频率分量, 衰减了其它频段的分量。

传递函数的幅频特性 $|H(j\omega)|$ 应满足窄带的要求(见图 1)。本程序采用的是

$$|H(j\omega)| = B_m / \sqrt{1 + (2B_m^2 - 1)(\omega - \omega_c)^2 / \omega_0^2}$$

其中 $\omega_0 = 2\pi \cdot f_0$, $\omega_c = 2\pi \cdot f_c$ 。

这样信号通过该滤波器处被放大了 B_m 倍, 而在 $f = f_c \pm f_0$ 处被衰减了 3dB 以上。当选择 $B_m = 5$ 时 $f = f_c \pm 5f_0$ 处被衰减了 15dB 以上。这足以满足工程上的要求。

3. 使用说明

调用形式:

CALL SRAN(BM, DLT, F0, FC, XRAN, YRAN)

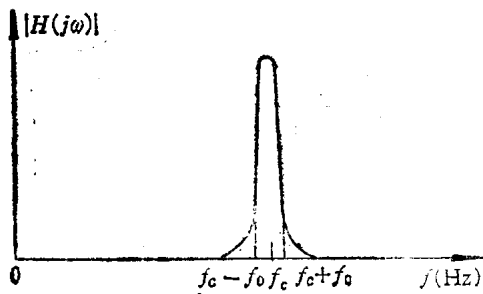


图 1 本程序采用的传递函数

参数说明:

DLT——采样时间间隔。

BM——窄带放大倍数。

F0——窄带有效宽度为 $2f_0$ 。

FC——窄带中心频率。

XRAN——随机数组。

YRAN——窄带随机数组。

上述各参数赋值时, 应注意满足奈奎斯特 (Nyquist) 频率, 即 $1/DLT > 2f_c$ 。XRAN

数组除了使用 RAN 函数外,也可采用随机信号 0/1 序列。输出结果 $|YRAN| < 1$, 数组元素个数在本程序中定为 $N=1024$, 用户可根据需要进行修改。

4. 应用举例

以主程序调用 SRAN 子程序,输出 XRAN、YRAN 两组数值。实际应用中, YRAN 数组可作为激励信号进行系统仿真,或通过数-模 (D/A) 转换器转换成模拟信号驱动振动台等其它设备进行振动试验。适当地选择参数,以满足实际工作的要求。一组典型的参数如下:

$$DLT = 0.001(s)$$

$$BM = 5$$

$$F0 = 2.5(Hz)$$

$$FC = 100(Hz)$$

$$XRAN = RAN(1)$$

输出结果见图 2。

由于窄带的特性参数具有可变性,由此产生的窄带信号灵活、简便、易于使用。结果于后。

BM=5. DLT=.001 F0=2.5 FC=100 number=200

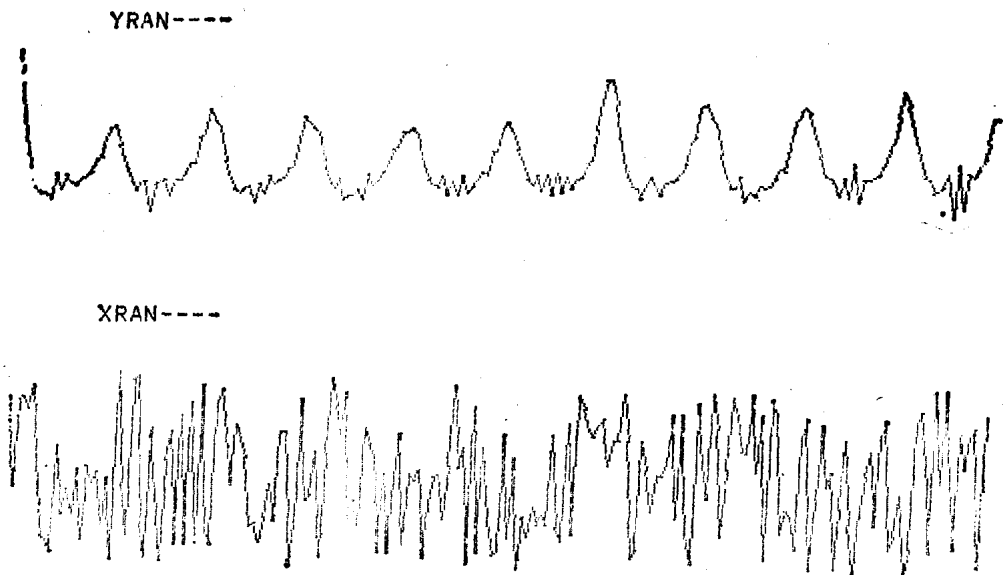


图 2 输出结果

参 考 文 献

- [1] 《强度与环境》编辑部, HP5427A、HP5451C-350 数字振动控制系统使用手册, 1983.
- [2] M. 巴特, 地球物理学中的谱分析, 地震出版社, 1978.
- [3] 程乾生, 信号数字处理的数学原理, 石油工业出版社, 1979.

>

DLT,FO,FC,L=	0.0010	2.5000	100.0000	100
K= 1 XLAN(K)=	-0.7785		YLAN(K)=	0.0000
K= 2 XLAN(K)=	0.5262		YLAN(K)=	-0.0027
K= 3 XLAN(K)=	-0.6400		YLAN(K)=	-0.0010
K= 4 XLAN(K)=	0.8058		YLAN(K)=	0.0066
K= 5 XLAN(K)=	0.7797		YLAN(K)=	-0.0156
K= 6 XLAN(K)=	-0.2260		YLAN(K)=	0.0055
K= 7 XLAN(K)=	-0.0481		YLAN(K)=	-0.0009
K= 8 XLAN(K)=	0.7644		YLAN(K)=	-0.0005
K= 9 XLAN(K)=	-0.6284		YLAN(K)=	0.0066
K= 10 XLAN(K)=	0.2776		YLAN(K)=	-0.0005
K= 11 XLAN(K)=	-0.4616		YLAN(K)=	0.0021
K= 12 XLAN(K)=	-0.5066		YLAN(K)=	-0.0009
K= 13 XLAN(K)=	-0.7277		YLAN(K)=	0.0020
K= 14 XLAN(K)=	-0.6340		YLAN(K)=	0.0050
K= 15 XLAN(K)=	0.5690		YLAN(K)=	0.0022
K= 16 XLAN(K)=	0.4330		YLAN(K)=	-0.0069
K= 17 XLAN(K)=	-0.4411		YLAN(K)=	0.0006
K= 18 XLAN(K)=	0.2362		YLAN(K)=	-0.0013
K= 19 XLAN(K)=	-0.2120		YLAN(K)=	0.0011
K= 20 XLAN(K)=	0.9871		YLAN(K)=	-0.0013
K= 21 XLAN(K)=	-0.1382		YLAN(K)=	0.0070
K= 22 XLAN(K)=	-0.8281		YLAN(K)=	0.0017
K= 23 XLAN(K)=	-0.6276		YLAN(K)=	0.0024
K= 24 XLAN(K)=	-0.9314		YLAN(K)=	0.0038
K= 25 XLAN(K)=	0.8178		YLAN(K)=	0.0067
K= 26 XLAN(K)=	0.0032		YLAN(K)=	-0.0128
K= 27 XLAN(K)=	-0.1823		YLAN(K)=	0.0039
K= 28 XLAN(K)=	0.9964		YLAN(K)=	0.0006
K= 29 XLAN(K)=	-0.3065		YLAN(K)=	0.0095
K= 30 XLAN(K)=	-0.6004		YLAN(K)=	0.0004
K= 31 XLAN(K)=	-0.7104		YLAN(K)=	-0.0051
K= 32 XLAN(K)=	0.5838		YLAN(K)=	-0.0040
K= 33 XLAN(K)=	-0.8538		YLAN(K)=	-0.0008
K= 34 XLAN(K)=	0.0912		YLAN(K)=	0.0084
K= 35 XLAN(K)=	-0.3373		YLAN(K)=	-0.0094
K= 36 XLAN(K)=	-0.2350		YLAN(K)=	0.0106
K= 37 XLAN(K)=	0.5934		YLAN(K)=	-0.0025
K= 38 XLAN(K)=	0.6116		YLAN(K)=	0.0013
K= 39 XLAN(K)=	0.9624		YLAN(K)=	0.0066
K= 40 XLAN(K)=	-0.9973		YLAN(K)=	0.0174
K= 41 XLAN(K)=	-0.8420		YLAN(K)=	0.0050
K= 42 XLAN(K)=	-0.3451		YLAN(K)=	-0.0014
K= 43 XLAN(K)=	-0.5696		YLAN(K)=	0.0016
K= 44 XLAN(K)=	0.0195		YLAN(K)=	0.0039
K= 45 XLAN(K)=	-0.3420		YLAN(K)=	-0.0041
K= 46 XLAN(K)=	0.6434		YLAN(K)=	0.0064
K= 47 XLAN(K)=	-0.0687		YLAN(K)=	-0.0042
K= 48 XLAN(K)=	0.0983		YLAN(K)=	-0.0015

K= 49	XRAN(K)=	0.6108	YRAN(K)=	-0.0003
K= 50	XRAN(K)=	-0.4036	YRAN(K)=	0.0065
K= 51	XRAN(K)=	0.9212	YRAN(K)=	0.0016
K= 52	XRAN(K)=	0.7942	YRAN(K)=	0.0037
K= 53	XRAN(K)=	0.7189	YRAN(K)=	-0.0039
K= 54	XRAN(K)=	0.8965	YRAN(K)=	-0.0034
K= 55	XRAN(K)=	-0.3065	YRAN(K)=	-0.0067
K= 56	XRAN(K)=	-0.5968	YRAN(K)=	0.0082
K= 57	XRAN(K)=	-0.1922	YRAN(K)=	-0.0005
K= 58	XRAN(K)=	-0.9544	YRAN(K)=	-0.0008
K= 59	XRAN(K)=	-0.8750	YRAN(K)=	-0.0093
K= 60	XRAN(K)=	-0.9704	YRAN(K)=	-0.0191
K= 61	XRAN(K)=	0.1829	YRAN(K)=	-0.0242
K= 62	XRAN(K)=	0.0057	YRAN(K)=	-0.0068
K= 63	XRAN(K)=	0.6368	YRAN(K)=	0.0021
K= 64	XRAN(K)=	0.5973	YRAN(K)=	-0.0075
K= 65	XRAN(K)=	-0.1246	YRAN(K)=	0.0007
K= 66	XRAN(K)=	-0.7840	YRAN(K)=	0.0005
K= 67	XRAN(K)=	-0.4079	YRAN(K)=	0.0026
K= 68	XRAN(K)=	-0.3525	YRAN(K)=	-0.0006
K= 69	XRAN(K)=	0.7464	YRAN(K)=	-0.0037
K= 70	XRAN(K)=	0.8829	YRAN(K)=	0.0047
K= 71	XRAN(K)=	0.8479	YRAN(K)=	0.0118
K= 72	XRAN(K)=	0.2687	YRAN(K)=	0.0066
K= 73	XRAN(K)=	-0.0845	YRAN(K)=	-0.0030
K= 74	XRAN(K)=	0.6346	YRAN(K)=	0.0032
K= 75	XRAN(K)=	-0.3206	YRAN(K)=	-0.0103
K= 76	XRAN(K)=	-0.0005	YRAN(K)=	0.0112
K= 77	XRAN(K)=	0.4859	YRAN(K)=	-0.0035
K= 78	XRAN(K)=	-0.8654	YRAN(K)=	0.0006
K= 79	XRAN(K)=	0.7965	YRAN(K)=	-0.0074
K= 80	XRAN(K)=	-0.9489	YRAN(K)=	0.0016
K= 81	XRAN(K)=	-0.9674	YRAN(K)=	-0.0073
K= 82	XRAN(K)=	-0.2519	YRAN(K)=	-0.0056
K= 83	XRAN(K)=	-0.3288	YRAN(K)=	0.0026
K= 84	XRAN(K)=	0.6913	YRAN(K)=	0.0009
K= 85	XRAN(K)=	0.8225	YRAN(K)=	-0.0086
K= 86	XRAN(K)=	0.8549	YRAN(K)=	-0.0005
K= 87	XRAN(K)=	-0.1066	YRAN(K)=	-0.0028
K= 88	XRAN(K)=	-0.8451	YRAN(K)=	-0.0012
K= 89	XRAN(K)=	-0.7635	YRAN(K)=	-0.0089
K= 90	XRAN(K)=	0.9027	YRAN(K)=	-0.0174
K= 91	XRAN(K)=	-0.2244	YRAN(K)=	-0.0058
K= 92	XRAN(K)=	0.7826	YRAN(K)=	-0.0026
K= 93	XRAN(K)=	-0.6386	YRAN(K)=	-0.0019
K= 94	XRAN(K)=	-0.2063	YRAN(K)=	0.0073
K= 95	XRAN(K)=	0.9242	YRAN(K)=	-0.0050
K= 96	XRAN(K)=	0.1546	YRAN(K)=	-0.0043
K= 97	XRAN(K)=	-0.7804	YRAN(K)=	0.0008
K= 98	XRAN(K)=	-0.3001	YRAN(K)=	-0.0025
K= 99	XRAN(K)=	0.8957	YRAN(K)=	-0.0047
K= 100	XRAN(K)=	-0.6397	YRAN(K)=	0.0065