

基于无人机编队的纯方位无源定位研究

摘 要

纯方位无源定位技术凭借其信息可靠、计算速度快、设备简单等优点在现代军事上发挥着重大作用。本文通过建立**基于无人机编队的纯方位无源定位模型**，实现了无人机在编队中的定位及位置调整。

针对问题一第（1）问，本文将该问题转化为在已知三个点坐标和待求点与其连线之间夹角的情况下，利用**圆的性质和正弦定理建立待求点坐标的数学模型**。首先在圆形编队中**建立极坐标系，将实际问题转化为几何模型**，得到题目中发射信号的三架无人机的位置坐标。然后根据被动接收信号无人机接收到的角度信息，在由已知的三点与待求点构成的两个三角形中，利用正弦定理建立接收信号无人机的定位模型。此外，本文在建立模型的过程中，根据发射信号与接收信号无人机的位置，将实际模型分为四种情况进行讨论。

针对问题二第（2）问，本文经过简单分析可知，**还需要另外再接收到一架无人机发射的信号**才能确定被动接收信号无人机的位置。此时本问与上一问的区别在于，发射信号的三架无人机中仅有两架编号已知，另一架编号未知。但考虑到发射信号的无人机位置均无偏差，且接收信号的无人机位置只是略有偏差，故本问利用**接收到的方位信息，结合正弦定理建立判断发射信号无人机编号的数学模型**，从而转化为问题一（1）以实现无人机的有效定位。

针对问题一第（3）问，本文建立了基于**迭代算法**的位置调整模型。根据前问建立的定位模型可知，要确定每个无人机的位置，需要三架无人机发射信号。结合无人机的初始位置，选取编号为 FY00 和 FY01 的无人机作为固定发射源，并依次选取编号 FY02-FY09 的无人机作为第三个发射源。利用位置无偏差时编号 FY0_x ($2 \leq x \leq 9$) 无人机接收到的角度信息，作为参数代入定位模型得到迭代模型。最后经过结果分析，可得经过五次迭代后，全部无人机位置收敛至偏差小于 $1e^{-4}$ ，得知建立的模型简单有效。

针对问题二，本问实质上是延续问题一的求解思路和定位模型。在问题一中圆形编队的位置调整模型已经建立的基础上，我们将该锥形队形**分解为若干个圆形队形**。我们取某一圆形队形建立极坐标系，在该坐标系上给出 15 架无人机的初始位置值。并通过**极坐标系的平移和旋转变换**，确认各点在其所在的圆形编队中的极坐标。从而将本问转化为问题一（3），各圆形编队依次采用**迭代模型**纠正位置偏差直至位置调整完成。

在文章的最后，本文对建立的模型进行了客观的评价，并且提出本文建立的模型可针对不同的编队队形进行修改，以实现无人机在具体队形下的有效定位。

关键词： 正弦定理 迭代算法 极坐标系的变换

一、问题提出

1.1 背景分析

无源定位技术凭借其隐蔽性高、不受敌干扰、作用距离远等优点在现代军事上发挥着重大作用。典型的无源定位处理方法包括测向定位、时差定位和多普勒定位等。而在现代复杂信号的干扰环境下，纯方位无源定位技术以其信息可靠、计算速度快、设备简单的优势成为无源定位技术研究的重点。

在编队中的无人机集群应用该技术时，约定其接收到的方位信息为：该无人机与发射信号的两架无人机连线的夹角。

1.2 问题重述

问题一：已知编队由 1 架（编号 FY00）位于圆心、9 架（编号 FY01~FY09）均匀分布在某一圆周上的无人机组成。且该无人机集群在编队飞行时，均保持在同一高度上。

第（1）问：该问题要求在由编号 FY00 和编队中另外 2 架无人机发射信号、其余无人机接收信号的情况下，建立接收信号无人机的定位模型。已知信号源无人机位置无偏差且编号已知，而接收信号无人机位置略有偏差。

第（2）问：该问题要求研究编队中位置略有偏差的无人机在接收到编号 FY00 和 FY01 无人机的信号的基础上，还需另外接收到几架无人机发射的信号，才可以确定其位置。假定发射信号的无人机位置无偏差且编号未知。

第（3）问：该问题要求在无人机初始位置略有偏差时，建立无人机位置调整模型，使得圆周上的 9 架无人机经过多次调整后，最终均匀分布在某一圆周上。每次调整仅通过接收来自编号 FY00 和其他最多 3 架无人机发射的方位信息进行

问题二：该问题要求当无人机集群采用锥形编队队形（由 15 架无人机组成的均匀正三角形）时，建立纯方位无源定位的位置调整模型。

二、问题分析

2.1 问题一（1）的分析

问题一（1）要求当被动接收信号无人机接收到三个信号时，建立其定位模型。已知信号由编队中位于圆心的无人机（编号 FY00）和另外 2 架无人机发出，且其位置无偏差、编号已知。注意到该编队为圆形，每个位置无偏差的无人机坐标易得。故该问题转化为在已知三个点坐标和待求点与其连线之间夹角的情况下，通过解三角形建立待求点坐标的数学模型。

2.2 问题一（2）的分析

问题一（2）要求研究被动接收信号无人机在接收到两个来自编号已知无人机的信号的基础上，还需另外接收到几架编号未知无人机发射的信号，才可以确

定其位置。

在不另外接收其他无人机发出的信号时，该问题转化为在已知一固定弦及其对应的圆周角的情况下，求得该顶点位置的问题。经过简单分析与试算可知，该顶点的位置可在一段圆弧上变动，无法确定其位置。故至少需要另外再接收到一架无人机发射的信号才能确定其位置。此时本问与上一问的区别在于，发射信号的无人机中仅有两架编号已知。但考虑到发射信号的无人机位置无偏差，且接收信号的无人机位置只是略有偏差，故可通过接收到的方位信息的区间判断发射信号无人机的编号。从而本问可转化为问题一（1）。故还需要一架无人机发射信号，即可实现无人机的有效定位。

2.3 问题一（3）的分析

问题一（3）要求当圆形编队初始位置略有偏差时，建立无人机位置调整模型。观察初始位置数据，可知编号 FY01 的极坐标的模长恰为 100m。因此选取编号为 FY00 和 FY01 的无人机作为固定发射源。根据前问建立的定位模型可知，要确定每个无人机的位置，还需要一架无人机发射信号。考虑到其余无人机的初始位置均有偏差，故依次选取编号 FY02-FY09 的无人机作为第三个发射源。利用位置无偏差时 FY0x ($2 \leq x \leq 9$) 接收到的角度 α_1 、 α_2 ，代入定位模型依次调整确认其余无人机的新位置坐标。经过五次迭代后，全部无人机位置收敛至偏差小于 $1e^{-4}$ ，可认为位置调整完成。

2.4 问题二的分析

问题二要求当无人机集群采用锥形编队队形时，建立无人机位置调整模型。考虑到该锥形队形为正三角形，故在问题一的基础上，我们将该锥形队形分解为若干个圆形队形。我们取某一圆形队形建立极坐标系，在该坐标系上计算出 15 架无人机正确点的坐标，再对其模长和辐角添加任意的微小偏差，作为其初始位置值。注意到问题一中的迭代模型需以圆形的圆心点作为极坐标系的原点，故本问转化为使用极坐标系的平移和旋转变换，确认各点在其所在的圆形编队中的极坐标。从而将本问转化为问题一（3），各圆形编队依次采用迭代模型纠正位置偏差直至位置调整完成。

三、模型假设

为了适当地对模型进行合理简化，本文根据实际情况给出如下假设或条件约束：

1. 假设无人机集群始终保持在同一高度上飞行。
2. 假设所有的信号都是沿直线传播。
3. 忽略信号传播和无人机位置调整所需的时间。
4. 忽略系统噪声。

四、符号说明

序号	符号	意义
1	r	极坐标系中的模长
2	α	接收信号无人机实际接收的角度信息
3	α'	接收信号无人机在理想位置接收的角度信息
4	β	几何模型中的圆心角

五、模型的建立与求解

5.1 问题一（1）模型的建立与求解

针对问题一（1），解题流程图如图 1：

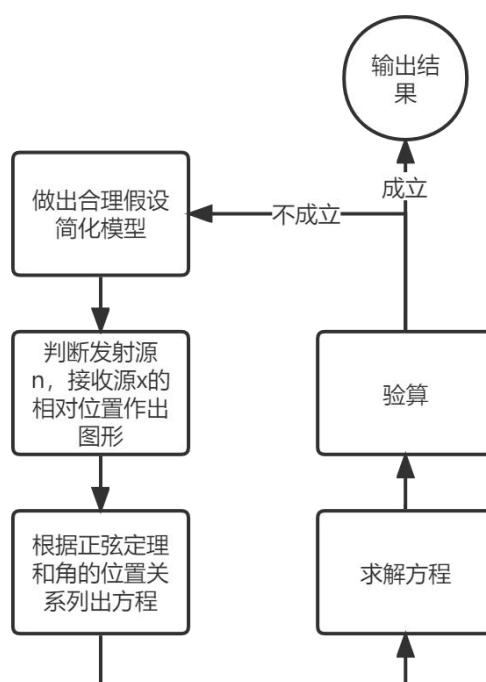


图 1 问题一（1）解题流程图

不妨假设位于圆周上发出信号的其中一架无人机为 FY01，另一架为 FY0n ($2 < n \leq 9$)。该问题可视为在已知三个点坐标（编号 FY00、FY01、FY0n）和待求点与其连线之间夹角 α_1 、 α_2 的情况下（如图 2），通过解三角形建立待求点坐标，即 1 与 β_1 ，的数学模型。

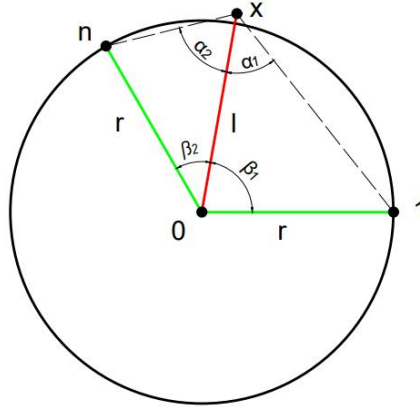


图 2 问题一（1）符号说明

5.1.1 几何模型的初步分析

首先分别用点 0、1、n、x 代表对应编号即 FY00、FY01、FY0n、FY0x 无人机所在位置。并且以点 0 为原点，以 01 为极轴，建立极坐标系。模长即圆的半径为 r ，则

$$l_{01}=l_{0n}=r$$

在建立具体模型时，考虑到该队形的上下对称性，不妨设 $2 \leq n \leq 5$ 。我们根据接收信号无人机（编号 FY0x， $2 \leq x \leq 9$ ，且 $x \neq n$ ）所在的位置将问题分为四种情况，如图 3 所示：

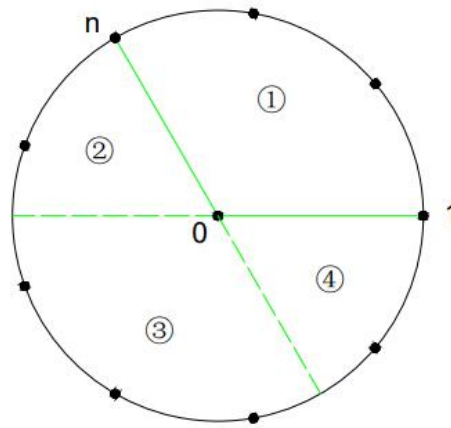


图 3 四种情况划分

即：

- ①当 $1 < x < n$ 时（当 $n=2$ 时这种情况不考虑），
- ②当 $n < x < 5$ 时（当 $n=5$ 时这种情况不考虑），
- ③当 $5 < x \leq n+4$ 时，
- ④当 $x - n > 4$ 时（当 $n=5$ 时这种情况不考虑）。

5.1.2 几何模型的建立与求解

分析由点 0、1、x 构成的三角形与由点 0、n、x 构成的三角形之间的几何关系，利用正弦定理建立 β_1 与 l_{0x} （在本问中以 l 代替）的数学模型。

1) 第①种情况，即当 $1 < x < n$ 时（当 $n=2$ 时这种情况不考虑），如图 4。

由正弦定理及九架无人机均匀分布得：

$$\begin{cases} \beta_1 + \beta_2 = (n-1) \cdot \frac{2\pi}{9} \\ \frac{\sin(\alpha_1 + \beta_1)}{\sin \alpha_1} = \frac{\sin(\alpha_2 + \beta_2)}{\sin \alpha_2} \end{cases} \quad (1)$$

由 MATLAB 可求得 β_1 ，具体代码见附录。

再由正弦定理列式：

$$l = \frac{\sin(\alpha_1 + \beta_1)}{\sin \alpha_1} \cdot r \quad (2)$$

可由 MATLAB 求得 l 。则 x 的极坐标可表示为 (l, β_1) 。

2) 第②种情况，即当 $n < x < 5$ 时（当 $n=5$ 时这种情况不考虑），如图 5。

在这种情况下，

$$\begin{cases} \beta_1 - \beta_2 = (n-1) \cdot \frac{2\pi}{9} \\ \frac{\sin(\alpha_1 + \beta_1)}{\sin \alpha_1} = \frac{\sin(\alpha_2 + \beta_2)}{\sin \alpha_2} \\ l = \frac{\sin(\alpha_1 + \beta_1)}{\sin \alpha_1} \cdot r \end{cases} \quad (3)$$

利用 MATLAB 求得 l 和 β_1 ，从而 x 的极坐标为 (l, β_1) 。

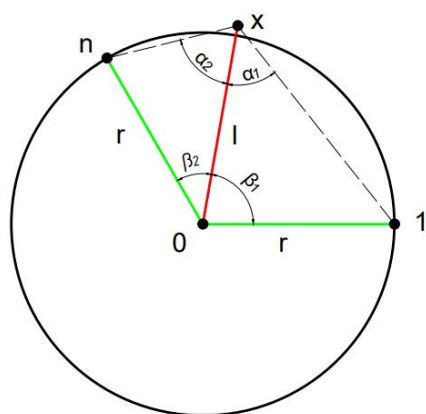


图 4 第①种情况

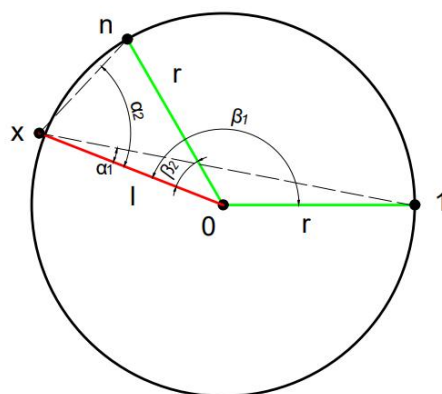


图 5 第②种情况

3) 第③种情况，即当 $5 < x \leq n+4$ 时，如图 6。在这种情况下，

$$\begin{cases} 2\pi - (\beta_1 + \beta_2) = (n-1) \cdot \frac{2\pi}{9} \\ \frac{\sin(\alpha_1 + \beta_1)}{\sin \alpha_1} = \frac{\sin(\alpha_2 + \beta_2)}{\sin \alpha_2} \\ l = \frac{\sin(\alpha_1 + \beta_1)}{\sin \alpha_1} \cdot r \end{cases} \quad (4)$$

求解得 l 和 β_1 ，从而 x 的极坐标为 $(l, 2\pi - \beta_1)$ 。

4) 第④种情况，即当 $x - n > 4$ 时（当 $n=5$ 时这种情况不考虑），如图 7。
在这种情况下，

$$\begin{cases} 2\pi - (\beta_1 + \beta_2) = (n-1) \cdot \frac{2\pi}{9} \\ \frac{\sin(\alpha_1 + \beta_1)}{\sin \alpha_1} = \frac{\sin(\alpha_2 + \beta_2)}{\sin \alpha_2} \\ l = \frac{\sin(\alpha_1 + \beta_1)}{\sin \alpha_1} \cdot r \end{cases} \quad (5)$$

求解得 l 和 β_1 ，从而 x 的极坐标为 $(l, 2\pi - \beta_1)$ 。

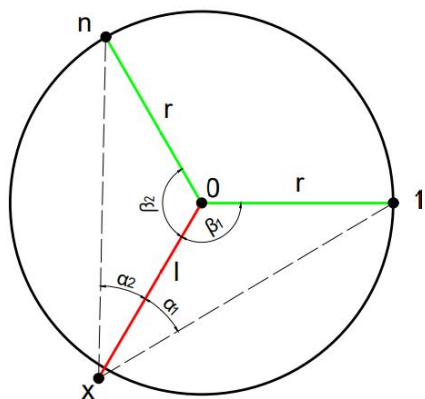


图 6 第③种情况

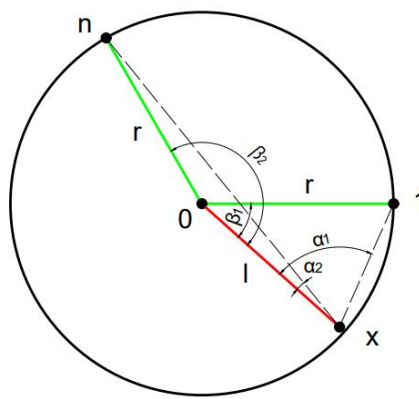


图 7 第④种情况

5.2 问题一（2）模型的建立与求解

针对问题一（2），解题流程如图 8：

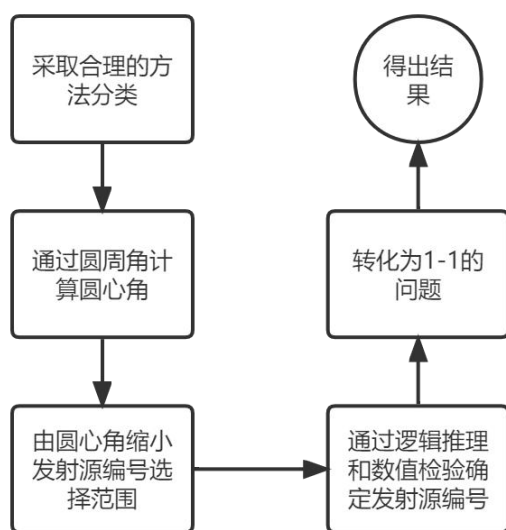


图 8 问题一（2）解题流程图

经由初步分析得：由于发射信号的无人机位置无偏差，且接收信号的无人机位置只是略有偏差，故可通过接收到的方位信息的区间确定发射信号无人机的编号，此时本问同第（1）问。从而仅需另外再接收到一架编号未知无人机（编号 $FY0n$ ， $2 \leq n \leq 9$ ）发射的信号即可实现无人机的有效定位。故本问实际要求建立由接收到的角度信息判断 n 编号的模型。

5.2.1 几何模型的初步分析

在建立具体模型时，首先分别用点 0 、 1 、 n 、 x 代表对应编号即 $FY00$ 、 $FY01$ 、 $FY0n$ 、 $FY0x$ 无人机所在位置，并且以点 0 为圆点。再由圆的性质，我们将实际问题分为两种情况：

- ① 接收信号无人机（编号 $FY0x$ ）接收到的来自 $FY0n$ 和 $FY01$ 的方向信息 α （即 $\angle 1xn$ ）为钝角，即点 x 在劣弧 $1n$ 附近，且点 n 和点 x 在 1 、 0 连线的同侧；
- ② 接收信号无人机（编号 $FY0x$ ）接收到的来自 $FY0n$ 和 $FY01$ 的方向信息 α （即 $\angle 1xn$ ）为锐角，即点 x 在优弧 $1n$ 附近。

如图 9 所示：

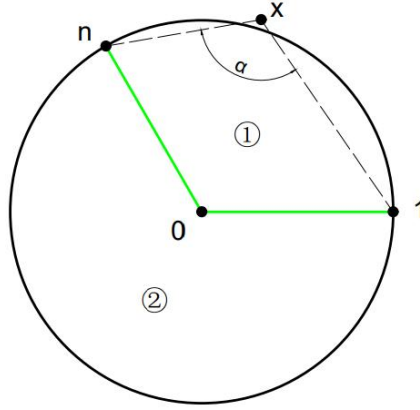


图 9 两种情况划分

5.2.2 几何模型的建立与求解

设接收信号无人机（编号 FY0x）所应在的无偏差位置为点 x' 。记线 $0n$ 与 01 之间的夹角为 β ，线 $x'n$ 与 $x'1$ 之间的夹角为 α' 。又因为点 x 与点 x' 的位置仅有微小偏差，故

$$|\alpha - \alpha'| < \varepsilon$$

其中 ε 为一较小值。

1) 第①种情况，即 $\pi/2 < \alpha < \pi$ 。

由于 α 为钝角，则点 x' 在劣弧 $1n$ 上，且点 n 和点 x' 在 1 、 0 连线的同侧，故可知：

$$\alpha' = \pi - \frac{\beta}{2} \quad (6)$$

A. 若 $2 \leq x \leq 4$ ，则 $x < n \leq 5$ ，如图 10 所示，此时有：

$$\beta = (n - 1) \cdot \frac{2\pi}{9} \quad (7)$$

联立式 (6) 与式 (7) 得：

$$n = 10 - \frac{9\alpha'}{\pi} \quad (8.1)$$

即

$$n \approx 10 - \frac{9\alpha}{\pi} \quad (8.2)$$

B. 若 $x=5, 6$ ，该情况下 α 不可能为钝角，不考虑；

C. 若 $7 \leq x \leq 9$ ，则 $6 \leq n < x$ ，如图 11 所示，此时有：

$$\beta = (10 - n) \cdot \frac{2\pi}{9} \quad (9)$$

联立式 (6) 与式 (9) 得:

$$n = 1 + \frac{9\alpha'}{\pi} \quad (10.1)$$

即

$$n \approx 1 + \frac{9\alpha}{\pi} \quad (10.2)$$

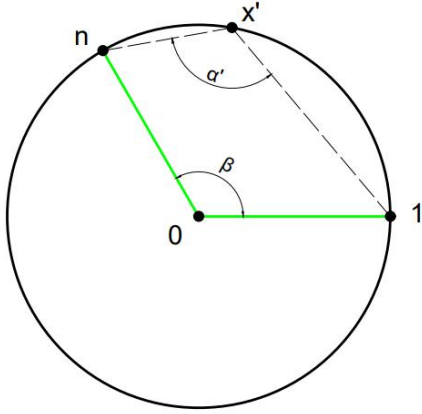


图 10 情况①A

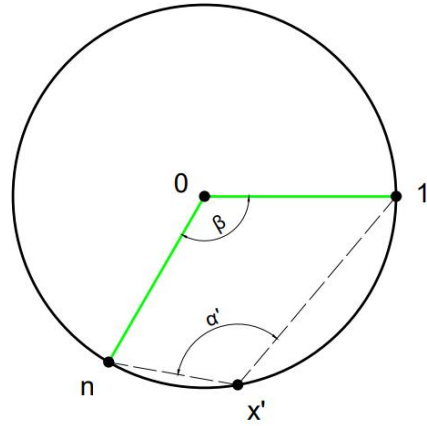


图 11 情况①C

2) 第②种情况, 即 $0 < \alpha < \pi/2$ 。

由于 α 为锐角, 则点 x' 在优弧 $1n$ 上, 故可知:

$$\alpha' = \frac{\beta}{2} \quad (11)$$

记线 x_0 与 x_1 之间的夹角为 α_1 , 线 x_0 与 x_n 之间的夹角为 α_2 , 如图 12 所示; 线 x'_0 与 x'_1 之间的夹角为 α'_1 , 线 x'_0 与 x'_n 之间的夹角为 α'_2 , 如图 13 所示。

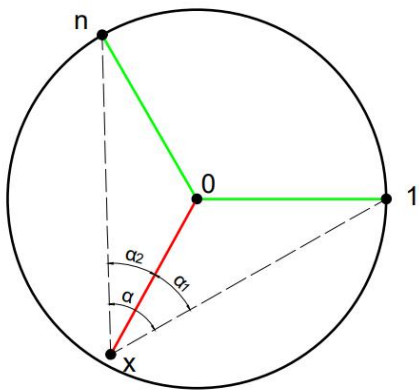


图 12 情况②实际图

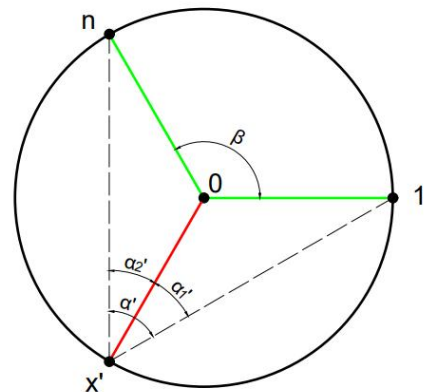


图 13 情况②假设FY0x位置无偏差时理想图

因为点 x 与点 x' 的位置仅有微小偏差, 故

$$|\alpha_1 - \alpha'_1| < \varepsilon$$

$$|\alpha_2 - \alpha_2'| < \varepsilon$$

其中 ε 为一较小值。

Step 1: 先根据圆的性质, 可由 α' 、 α_1' 、 α_2' 之间的关系判断点 x' 与 n 在 0、1 连线的同侧还是异侧。

若 $\alpha' = |\alpha_1' - \alpha_2'|$, 即当 $\alpha \approx |\alpha_1 - \alpha_2|$ 时, 点 x' 与 n 在 0、1 连线的同侧, 如图 14 所示;

若 $\alpha' = \alpha_1' + \alpha_2'$, 即当 $\alpha \approx \alpha_1 + \alpha_2$ 时, 点 x' 与 n 在 0、1 连线的异侧, 如图 15 所示。

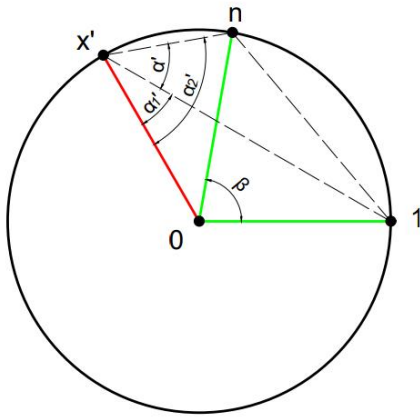


图 14 点 x' 与 n 在 0、1 连线的同侧

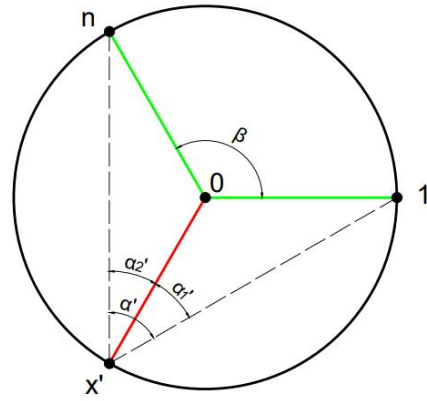


图 15 点 x' 与 n 在 0、1 连线的异侧

Step 2: 再由 $FY0x$ 的编号确定 $FY0n$ 的编号

(1) 点 x' 与 n 在 0、1 连线的同侧, 即当 $\alpha \approx |\alpha_1 - \alpha_2|$ 时,

A. 若 $x=2, 9$, 该情况下点 x' 与 n 不可能在 0、1 连线的同侧, 不考虑;

B. 若 $3 \leq x \leq 5$, 则 $2 \leq n \leq x$, 如图 16 所示, 此时有:

$$\beta = (n-1) \cdot \frac{2\pi}{9} \quad (12)$$

联立式 (11) 与式 (12) 得:

$$n = 1 + \frac{9\alpha'}{\pi} \quad (13.1)$$

即

$$n \approx 1 + \frac{9\alpha}{\pi} \quad (13.2)$$

C. 若 $6 \leq x \leq 8$, 则 $x < n \leq 9$, 如图 17 所示, 此时有:

$$\beta = (10-n) \cdot \frac{2\pi}{9} \quad (14)$$

联立式 (11) 与式 (14) 得:

$$n = 10 - \frac{9\alpha'}{\pi} \quad (15.1)$$

即

$$n \approx 10 - \frac{9\alpha}{\pi} \quad (15.2)$$

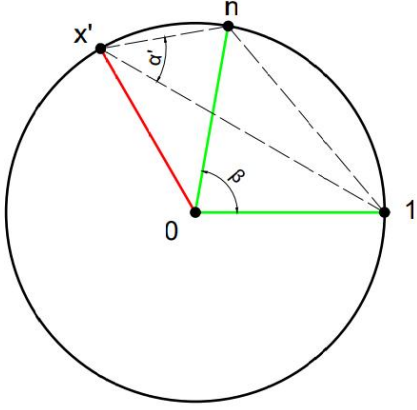


图 16 情况② (1) B

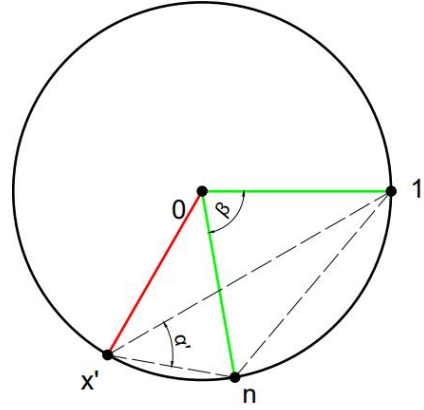


图 17 情况② (1) C

(2) 点 x' 与 n 在 $0, 1$ 连线的异侧, 即当 $\alpha \approx \alpha_1 + \alpha_2$ 时

A. 若 $2 \leq x \leq 5$, 则 $6 \leq n \leq 9$, 如图 18 所示, 此时有:

$$\beta = (10 - n) \cdot \frac{2\pi}{9} \quad (16)$$

联立式 (11) 与式 (16) 得:

$$n = 10 - \frac{9\alpha'}{\pi} \quad (17.1)$$

即

$$n \approx 10 - \frac{9\alpha}{\pi} \quad (17.2)$$

B. 若 $6 \leq x \leq 9$, 则 $2 \leq n \leq 5$, 如图 19 所示, 此时有:

$$\beta = (n - 1) \cdot \frac{2\pi}{9} \quad (18)$$

联立式 (11) 与式 (18) 得:

$$n = 1 + \frac{9\alpha'}{\pi} \quad (19.1)$$

即

$$n \approx 1 + \frac{9\alpha}{\pi} \quad (19.2)$$

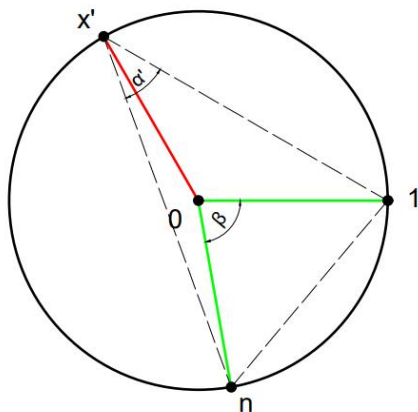


图 18 情况② (2) A

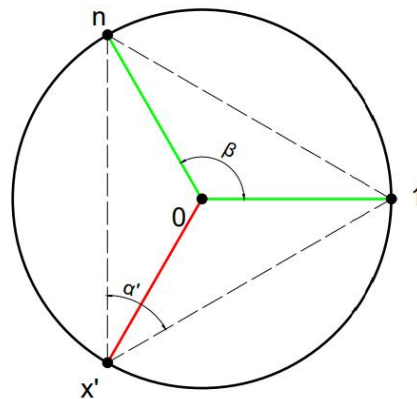


图 19 情况② (2) B

综上所述，可通过接收到的方位信息的区间确定发射信号无人机的编号，从而本问情形同问题一第（1）问。即还需另外再接收到一架无人机发射的信号即可实现无人机的有效定位。

5.3 问题一（3）模型的建立与求解

针对问题一（3），解题流程如图 20：

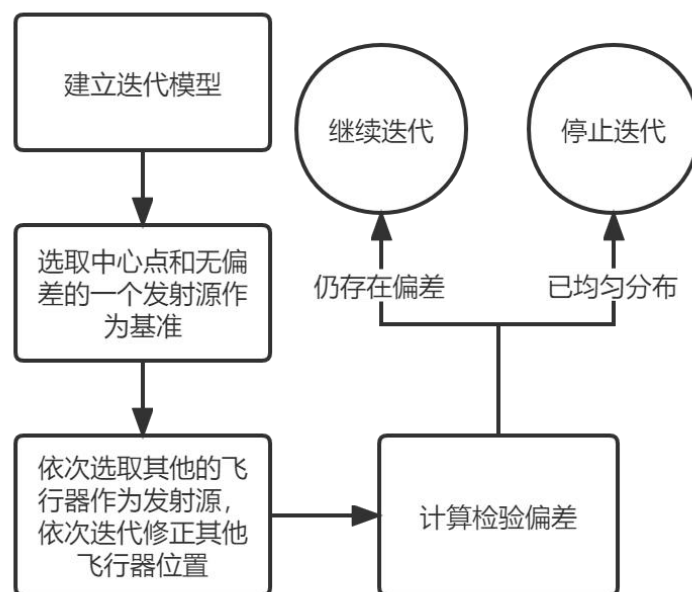


图 20 问题一（3）解题流程图

选择编号为 FY00 和 FY01 的无人机作为固定发射源，再依次选取编号 FY02-FY09 的无人机作为第三个发射源。利用位置无偏差时 FY0x ($2 \leq x \leq 9$) 接收到的角度 α_1 、 α_2 ，代入问题一（1）中建立的定位模型，使用迭代法依次调整确认其余无人机的新位置坐标。

5.3.1 建立迭代模型

首先分别用点 0、1、n、x 代表对应编号即 FY00、FY01、YF0n、FY0x 无人机所在位置，并且以点 0 为圆点。

Step 1: 计算模型参数

以 $1 < x < n \leq 9$ 的情况（另一种为 $1 < n < x \leq 9$ ）为例，在各无人机位置均无偏差时，编号 FY0x 无人机接收到的角度信息分别为 α_1' ， α_2' ，如图 15 所示，则：

$$\begin{cases} \alpha_1' = \frac{\pi - \frac{2(x-1)\pi}{9}}{2} = \frac{\pi}{2} - \frac{(x-1)\pi}{9} \\ \alpha_2' = \frac{\pi - \frac{2(n-x)\pi}{9}}{2} = \frac{\pi}{2} - \frac{(n-x)\pi}{9} \end{cases} \quad (20)$$

Step 2: 建立迭代模型并求解

在无人机初始位置有偏差的情况下，如图 16 所示，由正弦定理得：

$$\begin{cases} \frac{100}{\cos\left[\frac{(x-1)\pi}{9}\right]} = \frac{r(x)}{\cos\left[\frac{(x-1)\pi}{9} - \beta(x)\right]} \\ \frac{r(n)}{\cos\left[\frac{(n-x)\pi}{9}\right]} = \frac{r(x)}{\cos\left[\frac{(n-x)\pi}{9} - \beta(n) + \beta(x)\right]} \end{cases} \quad (21)$$

式中 $r_{(x)}$ 和 $\beta_{(x)}$ 是未知量，x、n 为参数， $r_{(n)}$ 、 $\beta_{(n)}$ 由初始值及上一次的迭代结果可知。由 MATLAB 解得 $r_{(x)}$ 与 $\beta_{(x)}$ 的值，具体代码见附录。

迭代结果如表 1 所示：

表 1 迭代结果

编号	迭代次数									
	1		2		3		4		5	
	r	β	r	β	r	β	r	β	r	β
1	100.0000	0.0000	100.0000	0.0000	100.0000	0.0000	100.0000	0.0000	100.0000	0.0000
2	102.2914	36.0076	100.8220	38.6631	100.0825	39.8696	100.0007	39.9988	100.0000	40.0000
3	105.2968	76.2330	101.8020	78.7533	100.1769	79.8791	100.0016	79.9989	100.0000	80.0000
4	107.4075	117.5178	102.4574	119.1837	100.2386	119.9211	100.0021	119.9993	100.0000	120.0000
5	107.4075	159.2507	102.4574	159.7516	100.2386	159.9759	100.0021	159.9998	100.0000	160.0000
6	105.2968	200.5356	101.8020	200.1821	100.1769	200.0179	100.0016	200.0002	100.0000	200.0000
7	102.2914	240.7609	100.8220	240.2723	100.0825	240.0273	100.0007	240.0002	100.0000	240.0000
8	99.8508	279.8983	99.9831	279.9885	99.9998	279.9999	100.0000	280.0000	100.0000	280.0000

9	98.9340	318.3843	99.6575	319.4677	99.9672	319.9485	99.9997	319.9995	100.0000	320.0000
---	---------	----------	---------	----------	---------	----------	---------	----------	----------	----------

可得经过五次迭代后，全部无人机位置收敛至偏差小于 $1e^{-4}$ ，可认为位置调整完成。

5.4 问题二模型的建立与求解

针对问题二，解题流程如图 21：

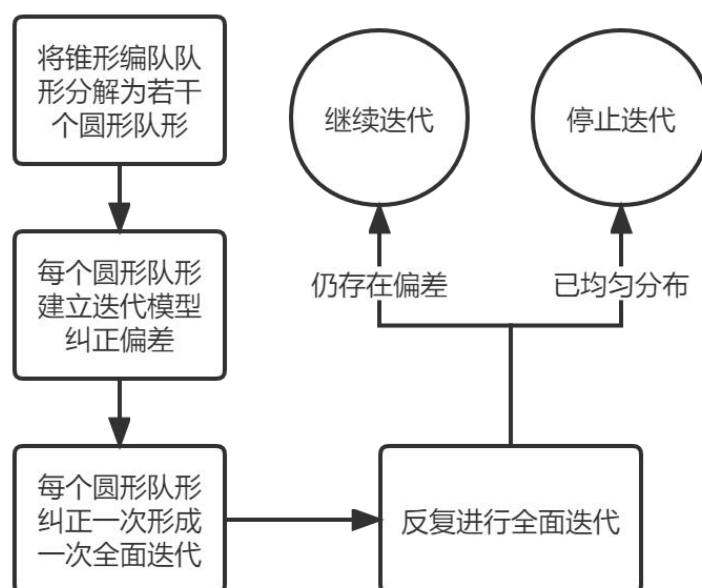


图 21 问题二解题流程图

在问题一中圆形编队的位置调整模型已经建立的基础上，我们将该锥形队形分解为若干个圆形队形。我们取某一圆形队形建立极坐标系，在该坐标系上给出 15 架无人机的初始位置值。并通过极坐标系的平移和旋转变换，确认各点在其所在的圆形编队中的极坐标。从而将本问转化为问题一（3），各圆形编队依次采用迭代模型纠正位置偏差直至位置调整完成。

5.4.1 建立极坐标系

如图 22 所示，将该锥形队形分解为六个圆形队形。其中三个蓝色的圆圈为一类，每个圆圈上有 4 架无人机；三个绿色的圆圈为一类，每个圆圈上有 6 架均匀分布的无人机。

由正三角形的性质可知，可以将六个圆圈分为三个方向，三个方向的迭代方法类似。下面以如图 23 所示方向为原方向。

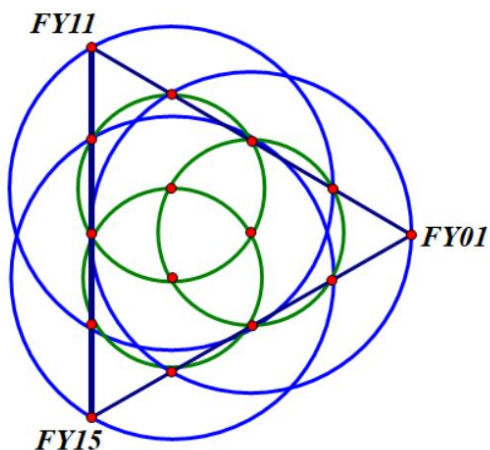


图 22 锥形编队分解为六个圆形编队

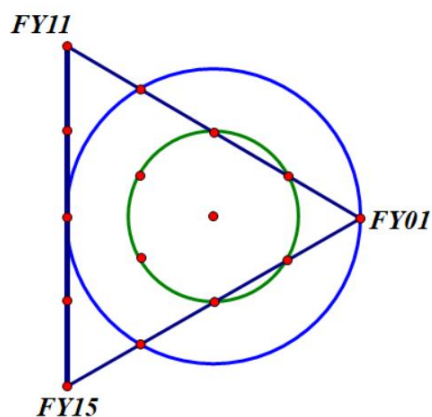


图 23 原坐标系方向

按照图 24 所示的方法建立极坐标系，计算出 15 架无人机正确点的坐标，再对模长和辐角添加任意的微小偏差，作为 15 架无人机的初始位置。

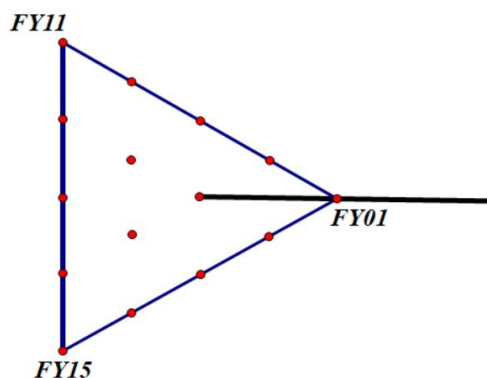


图 24 原始极坐标系

5.4.2 推导极坐标系平移和旋转变换公式

考虑到使用问题一中的迭代模型时，需以圆形的圆心点作为极坐标系的原点，故需要用到极坐标系的平移和旋转。下面推导极坐标系平移和旋转的公式。

设某点在变换前的原始极坐标系中的坐标为 (r, θ) ，在变换后的新极坐标系中的坐标为 (r', θ')

1) 极坐标系的旋转

若坐标系逆时针旋转 α 角，则 $\theta' = \theta - \alpha$ ， $r' = r$ ，即新坐标为 $(\theta - \alpha, r)$ 。

2) 极坐标系的平移

首先将极坐标变换为直角坐标：

$$\begin{cases} x = r \cos \theta \\ y = r \sin \theta \end{cases} \quad (22)$$

设坐标系向右移动 m 个单位，向上移动 n 个单位，则有：

$$\begin{cases} x' = x - m \\ y' = y + n \end{cases} \quad (23)$$

再将该直角坐标变换回极坐标，有：

$$\begin{cases} x' = r' \cos \theta' \\ y' = r' \sin \theta' \end{cases} \quad (24)$$

联立式（22）、（23）、（24）即可得到新坐标。

5.4.3 建立迭代模型

本问需要三个极坐标系，除原始坐标系外，经由旋转、平移变换后所得的两个极坐标系分别由图 25、26 所示。各圆形编队在相应极坐标系下依次采用迭代模型纠正位置偏差直至位置调整完成。

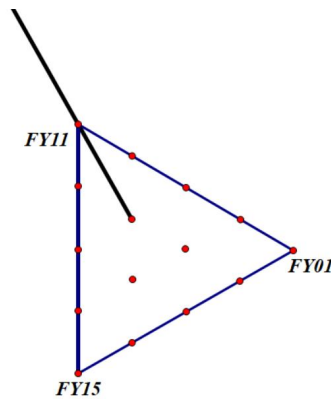


图 25 变换极坐标系 1

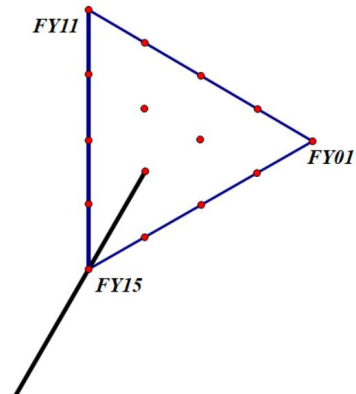


图 26 变换极坐标系 2

基于该模型，我们编写了一个仿真模拟平台，从实验结果中任意选取了三组数据，如表 2 所示：

表 2 实验结果

编号	标准值		第一次实验数值		第二次实验数值		第三次实验数值	
	模长	辐角	模长	辐角	模长	辐角	模长	辐角
1	86.6025	0.0000	84.2431	0.1099	89.0985	0.1074	84.3461	0.1210
2	50.0000	30.0000	50.0008	30.1177	49.8774	29.6917	49.4664	30.0737
3	50.0000	330.0000	49.9991	330.3594	49.9994	330.2384	49.9983	329.5521
4	50.0000	90.0000	50.1862	90.3055	49.8549	89.7428	50.2527	90.4312
5	0.0000	0.0000	0.0004	0.0767	0.0709	0.4174	0.3100	0.2287
6	50.0000	270.0000	49.9995	269.6829	50.0819	269.7691	50.3579	270.2378
7	86.6025	120.0000	86.5285	119.7399	86.6779	120.2655	86.4741	119.5634

8	50.0000	150.0000	49.9999	150.3865	50.0205	149.6887	50.0892	150.3604
9	50.0000	210.0000	50.1283	209.5287	49.8695	209.7875	50.2227	210.4344
10	86.6025	240.0000	86.3812	239.9899	86.8295	239.5911	86.2193	240.4844
11	132.2876	130.8934	129.4708	130.5613	130.3428	130.9696	134.9752	131.2523
12	100.0000	150.0000	100.3735	150.4787	99.7106	150.1834	100.5075	150.2856
13	86.6025	180.0000	86.6025	180.2127	86.6025	180.0466	86.6014	180.0134
14	100.0000	210.0000	100.0001	210.0005	99.9795	209.9257	99.9102	209.6776
15	132.2876	229.1066	134.7159	229.0777	131.3343	229.2510	130.2863	229.0052

由数据可得，仿真结果和标准值相差很小，说明模型的效果良好。

六、模型的评价

6.1 模型的优点

1. 本文所建立的模型简单有效，可实现有效的定位和位置调整。
2. 拓展问题二的思路，利用极坐标系的变换，本模型经过适当修改后可适用于多种不同队形，并保持良好的有效性和准确性。

6.2 模型的缺点

1. 本文所建立的模型仅适用于二维平面，当无人机的位置不保持在同一水平面上时，模型的准确性将受到影响。
2. 该模型根据具体情况划分的讨论较多，在保持准确和有效的目的下失去了一定的简洁性。

参考文献

- [1] 熊伟, 王瑞, 李智. 纯测角无源定位跟踪算法研究[J]. 装备指挥技术学院学报, 2009, 20(5): 5.
- [2] 张旭, 李智生. 大范围海域多站纯方位定位精度分布特性估计[J]. 信号处理, 2020.
- [3] 王燕, 苏钰, 齐滨, 等. 单基阵三维纯方位水下信标声学定位方法[J]. 声学学报, 2021, 46(3): 12.
- [4] 王本才, 王国宏, 何友. 多站纯方位无源定位算法研究进展[J]. 电光与控制, 2012, 19(5): 7.
- [5] 关欣, 陶李, 衣晓. 滑窗式无偏多平台无源定位算法[J]. 系统工程与电子技术, 2016, 38(9): 6.
- [6] 陈晓晨, 王梓旭. 基于联邦 UKF 的多机协同无源定位[J]. 飞机设计, 2017, 37(6): 5.
- [7] 徐敬. 舰艇对海上目标纯方位无源定位研究. 大连理工大学, 2002.

附录

支撑材料列表

1-1

求四种情况的解析解

/test1_1_1.m

/test1_1_2.m

/test1_1_3.m

/test1_1_4.m

1-3

求解析解

/solve.m

自适应纠正算法

/test1_3.m

2

虚拟仿真平台

/Question2

模型建立过程中所使用的源代码

test1_1_1.m

```
clc;clear;
syms b1 a1 a2 n;%定义 b1 b2 是未知量; a1 a2 n 是参数
eqns=sin(a1+b1)/sin(a1)==sin(a2+(n-1)*2*pi/9-b1)/sin(a2); % 定义方程组
sol=solve(eqns,b1) % 求解 eqns 中的 vars 未知量, 以结构体的形式存储到 sol 中
```

test1_1_2.m

```
clc;clear;
syms b1 b2 a1 a2 n; % 定义 b1 b2 是未知量; a1 a2 n 是参数
eqns=[sin(a1+b1)/sin(a1)==sin(a2+b2)/sin(a2),b1-b2==(n-1)*2*pi/9]; % 定义方程组
vars=[b1,b2]; % 定义求解的未知量
sol=solve(eqns,vars); % 求解 eqns 中的 vars 未知量, 以结构体的形式存储到 sol 中
B1=sol.b1(2) % 从 sol 结构体中取出变量 b1 的解
B2=sol.b2(2) % 从 sol 结构体中取出变量 b2 的解
```

test1_1_3.m

```
clc;clear;
syms b1 b2 a1 a2 n; %定义 b1 b2 是未知量; a1 a2 n 是参数
```

```
eqns=[sin(a1+b1)/sin(a1)==sin(a2+b2)/sin(a2),b1+b2==2*pi-(n-1)*2*pi/9]; % 定义方程组
vars=[b1,b2]; % 定义求解的未知量
sol=solve(eqns,vars); % 求解 eqns 中的 vars 未知量，以结构体的形式存储到 sol 中
B1=sol.b1(2) % 从 sol 结构体中取出变量 b1 的解
B2=sol.b2(2) % 从 sol 结构体中取出变量 b2 的解
```

test1_1_4.m

```
clc;clear;
syms b1 b2 a1 a2 n; % 定义 b1 b2 是未知量； a1 a2 n 是参数
eqns=[sin(a1+b1)/sin(a1)==sin(a2+b2)/sin(a2),b2-b1==(n-1)*2*pi/9]; % 定义方程组
vars=[b1,b2]; % 定义求解的未知量
sol=solve(eqns,vars); % 求解 eqns 中的 vars 未知量，以结构体的形式存储到 sol 中
B1=sol.b1(2) % 从 sol 结构体中取出变量 b1 的解
B2=sol.b2(2) % 从 sol 结构体中取出变量 b2 的解
```

solve

```
clc;clear;
syms bx b(n) x n r(n) rx;%定义 b1 b2 是未知量； a1 a2 n 是参数

eqns=[100/cos(pi/9*(x-1))==rx/cos(pi/9*(x-1)-bx),r(n)/cos(pi/9*(n-x))==rx/cos(pi/9*(n-x)-b(n)+bx)];

vars=[bx,rx];
sol=solve(eqns,vars);
b=sol.bx
r=sol.rx
```

test1_3

```
clc;clear;
```

```

r=[100 98 112 105 98 112 105 98 112];
b=[0 40.1 80.21 119.75 159.86 199.96 240.07 280.17 320.28]*pi/180;
n=4;x=2;
for i=1:5 %迭代轮数
    for n=2:9 %2-9 依次作为发射源
        for x=2:9
            if(x==n)
                continue;
            end
            b(x)=2*atan((2*(100*cos((pi*(n - x))/9)*tan((pi*(x - 1))/18) -
tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)*r(n) + 100*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9)*tan((pi*(x - 1))/18) + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)^2))/(100*cos((pi*(n - x))/9) - r(n) -
100*cos((pi*(n - x))/9)*tan((pi*(x - 1))/18)^2 + r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)^2
+ 100*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9) + tan(b(n)/2 - (pi*(n
- x))/18)^2*r(n) - 100*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*cos((pi*(n -
x))/9)*tan((pi*(x - 1))/18)^2 - tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*r(n)*tan((pi*(x
- 1))/18)^2) - (r(n)*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18) - tan((pi*(x -
1))/18))*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)*tan((pi*(x - 1))/18) +
1)*(1/((tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2 + 1)*(10000*cos((pi*(n - x))/9)^2 +
10000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9)^2 + r(n)^2 +
tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*r(n)^2 + 20000*cos((pi*(n - x))/9)^2*tan((pi*(x
- 1))/18)^2 + 10000*cos((pi*(n - x))/9)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^4 -
200*cos((pi*(n - x))/9)*r(n) - 2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^2 +
r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^4 + 400*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x -
1))/18)^2 - 200*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)^4 +
20000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9)^2*tan((pi*(x -
1))/18)^2 + 10000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*cos((pi*(n -
x))/9)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^4 + 200*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9)*r(n) - 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^4 - 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)^2 + 200*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)^4 -
800*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)
+ 800*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x -
1))/18)^3)))^(1/2)*(10000*cos((pi*(n - x))/9)^2 + 20000*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9)^2 + 10000*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^4*cos((pi*(n - x))/9)^2 + r(n)^2 + 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^2*r(n)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^4*r(n)^2 + 20000*cos((pi*(n
- x))/9)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^2 + 10000*cos((pi*(n - x))/9)^2*tan((pi*(x -
1))/18)^4 - 200*cos((pi*(n - x))/9)*r(n) - 2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^2 +

```

```

r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^4 + 400*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x -
1))/18)^2 - 200*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)^4 +
40000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9)^2*tan((pi*(x -
1))/18)^2 + 20000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*cos((pi*(n -
x))/9)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^4 + 20000*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^4*cos((pi*(n - x))/9)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^2 + 10000*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/18)^4*cos((pi*(n - x))/9)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^4 +
200*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^4*cos((pi*(n - x))/9)*r(n) - 4*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/18)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^2 + 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^4 - 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^4*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^4*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^4 + 800*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^3*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)^3 - 400*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/18)^4*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)^2 +
200*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^4*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x -
1))/18)^4 - 800*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)*cos((pi*(n -
x))/9)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18) + 800*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)*cos((pi*(n -
x))/9)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)^3 - 800*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^3*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18))/((r(n)*tan((pi*(x -
1))/18) - tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)*r(n) + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)^2 - tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^2*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18))*(100*cos((pi*(n - x))/9) - r(n) -
100*cos((pi*(n - x))/9)*tan((pi*(x - 1))/18)^2 + r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)^2
+ 100*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9) + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^2*r(n) - 100*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*cos((pi*(n -
x))/9)*tan((pi*(x - 1))/18)^2 - tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*r(n)*tan((pi*(x -
1))/18)^2));

```

```

if (b(x)<0)

```

```

    b(x)=b(x)+2*pi;

```

```

end

```

```

    r(x)=200*r(n)*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18) - tan((pi*(x -
1))/18))*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)*tan((pi*(x - 1))/18) +
1)*(1/((tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2 + 1)*(10000*cos((pi*(n - x))/9)^2 +
10000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9)^2 + r(n)^2 +
tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*r(n)^2 + 20000*cos((pi*(n - x))/9)^2*tan((pi*(x -
1))/18)^2 + 10000*cos((pi*(n - x))/9)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^4 -
200*cos((pi*(n - x))/9)*r(n) - 2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^2 +
r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^4 + 400*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x -
1))/18)^2 - 200*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)^4 +
20000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9)^2*tan((pi*(x -
1))/18)^2 + 10000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)^2*cos((pi*(n -
x))/9)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^4 + 200*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9)*r(n) - 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -

```

```

x))/18)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/18)^4 - 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)^2 + 200*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/18)^2*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)^4 -
800*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/18)
+ 800*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/18)*cos((pi*(n - x))/9)*r(n)*tan((pi*(x -
1))/18)^3)))^(1/2);

        B=b*180/pi;

    end

end

r

B

end

```

Question2.m

```

clc;clear;

r0=readmatrix("初始位置数据.xlsx", "Range", "B2:B16")+6*rand(15,1)-3;
b0=readmatrix("初始位置数据.xlsx", "Range", "C2:C16")+1*rand(15,1)-0.2;
b0=b0*pi/180;
b=zeros(15,0);
r=zeros(15,0);

b0(1)=0;
r0(1)=50*3^(0.5);
b0(5)=0;
r0(5)=0;
b0(8)=5*pi/6;
r0(8)=50;
b0(9)=7*pi/6;
r0(9)=50;

for i=1:5 %总迭代轮数
    b1=b0;

```



```

r1=r0;
x=zeros(15,1);
y=zeros(15,1);
%第一次纠正
b(1)=b1(2);b(2)=b1(4);b(3)=b1(8);b(4)=b1(9);b(5)=b1(6);b(6)=b1(3);
r(1)=r1(2);r(2)=r1(4);r(3)=r1(8);r(4)=r1(9);r(5)=r1(6);r(6)=r1(3);

%坐标系变换

for t=1:6
    b(t)=b(t)-pi/6;
end
%迭代

for n=2:6 %2-6 依次作为发射源
    for x=2:6
        if(x==n)
            continue;
        end

        b(x)=2*atan((2*(50*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12) -
tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*r(n) + 50*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12) + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2))/(50*cos((pi*(n - x))/6) - r(n) -
50*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 +
50*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6) + tan(b(n)/2 - (pi*(n
- x))/12)^2*r(n) - 50*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n -
x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x
- 1))/12)^2) - (r(n)*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12) - tan((pi*(x -
1))/12))*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*tan((pi*(x - 1))/12) +
1)*(1/((tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2 + 1)*(2500*cos((pi*(n - x))/6)^2 +
2500*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2 + r(n)^2 + tan(b(n)/2
- (pi*(n - x))/12)^2*r(n)^2 + 5000*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2
+ 2500*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 100*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n) - 2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4
+ 200*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - 100*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 5000*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 2500*tan(b(n)/2 -

```

```

(pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 +
100*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n) - 2*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 200*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 100*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 -
400*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)
+ 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x -
1))/12)^3)))^(1/2)*(2500*cos((pi*(n - x))/6)^2 + 5000*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2 + 2500*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)^2 + r(n)^2 + 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^4*r(n)^2 + 5000*cos((pi*(n -
x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 2500*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x -
1))/12)^4 - 100*cos((pi*(n - x))/6)*r(n) - 2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 +
r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 200*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x -
1))/12)^2 - 100*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 +
10000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + 5000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n -
x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 5000*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 2500*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 +
100*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)*r(n) - 4*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^3*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^3 - 200*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 +
100*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x -
1))/12)^4 - 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12) + 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n
- x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^3 - 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^3*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)))/((r(n)*tan((pi*(x -
1))/12) - tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*r(n) + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12))*(50*cos((pi*(n - x))/6) - r(n) -
50*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 +
50*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6) + tan(b(n)/2 - (pi*(n
- x))/12)^2*r(n) - 50*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n -
x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x
- 1))/12)^2)))));

```

```

if (b(x)<0)

```

```

    b(x)=b(x)+2*pi;

```

end

```
r(x)=100*r(n)*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12) - tan((pi*(x - 1))/12))*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*tan((pi*(x - 1))/12) + 1)*(1/((tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2 + 1)*(2500*cos((pi*(n - x))/6)^2 + 2500*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2 + r(n)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n)^2 + 5000*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 2500*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 100*cos((pi*(n - x))/6)*r(n) - 2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 200*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - 100*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 5000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 2500*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 100*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n) - 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 200*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 100*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12) + 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^3)))^(1/2);
```

end

end

%变换回原坐标系

for t=1:6

b(t)=b(t)+pi/6;

end

b1(2)=b(1);b1(4)=b(2);b1(8)=b(3);b1(9)=b(4);b1(6)=b(5);b1(3)=b(6);

r1(2)=r(1);r1(4)=r(2);r1(8)=r(3);r1(9)=r(4);r1(6)=r(5);r1(3)=r(6);

b=zeros(15,0);

r=zeros(15,0);

%第二次纠正

b(1)=b1(1);b(3)=b1(7);b(4)=b1(13);b(5)=b1(10);

r(1)=r1(1);r(3)=r1(7);r(4)=r1(13);r(5)=r1(10);

```

%迭代

for n=3:5 %3-5 依次作为发射源

    for x=3:5

        if(x==n)

            continue;

        end

        b(x)=(-2)*atan((2*(- tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*r(n) +
50*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12) + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 50*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)))/(r(n) -
50*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6) - r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*r(n) - 50*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n
- x))/6) + tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 +
50*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 50*3^(1/2)*tan(b(n)/2
- (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2) -
(r(n)*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12) - tan((pi*(x - 1))/12))*(tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)*tan((pi*(x - 1))/12) + 1)*((7500*cos((pi*(n - x))/6)^2 +
7500*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2 + r(n)^2 + tan(b(n)/2
- (pi*(n - x))/12)^2*r(n)^2 + 15000*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2
+ 7500*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 2*r(n)^2*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 100*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)
+ 15000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + 7500*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n -
x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 100*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n) + 200*3^(1/2)*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - 100*3^(1/2)*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 400*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^3 -
200*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 100*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 -
400*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x
- 1))/12))/((tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2 + 1)*(56250000*cos((pi*(n -
x))/6)^4 + 112500000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^4 +
56250000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)^4 + r(n)^4 +
2*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n)^4 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*r(n)^4 + 45000*cos((pi*(n - x))/6)^2*r(n)^2 + 225000000*cos((pi*(n
- x))/6)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 337500000*cos((pi*(n - x))/6)^4*tan((pi*(x
- 1))/12)^4 + 225000000*cos((pi*(n - x))/6)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^6 +
56250000*cos((pi*(n - x))/6)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^8 - 4*r(n)^4*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + 6*r(n)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 4*r(n)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^6

```

$$\begin{aligned}
& + r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 120000 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + 150000 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 - 120000 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 45000 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 30000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 + 45000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 + 450000000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + 675000000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 225000000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + 450000000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 337500000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 112500000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 + 225000000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 56250000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 8 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + 12 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 - 4 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 - 8 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 6 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 2 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 4 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 200 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 - 150000 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) + 240000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12) + 800 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 - 1200 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 3000000 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 800 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 - 200 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 1500000 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 720000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^3 - 240000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^3 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12) + 720000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^5 - 240000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^7 + 200 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 + 1500000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) + 720000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 - 1380000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 720000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^3 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^4
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& - 1)) / 12)^3 - 120000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^4 \cos((\pi(n - x)) / 6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^2 + 720000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^2 \cos((\pi(n - x)) / 6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^6 - \\
& 720000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^3 \cos((\pi(n - x)) / 6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^5 + 150000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^4 \cos((\pi(n - x)) / 6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^4 - \\
& 300000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^2 \cos((\pi(n - x)) / 6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^8 + 240000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^3 \cos((\pi(n - x)) / 6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^7 - \\
& 120000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^4 \cos((\pi(n - x)) / 6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^6 + 45000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^4 \cos((\pi(n - x)) / 6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^8 - \\
& 800 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12) \cos((\pi(n - x)) / 6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1)) / 12) - 6000000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12) \cos((\pi(n - x)) / 6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1)) / 12) + \\
& 2400 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12) \cos((\pi(n - x)) / 6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^3 - 6000000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12) \cos((\pi(n - x)) / 6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1)) / 12)^3 - \\
& 800 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^3 \cos((\pi(n - x)) / 6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1)) / 12) - 6000000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^3 \cos((\pi(n - x)) / 6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1)) / 12) - \\
& 2400 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12) \cos((\pi(n - x)) / 6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^5 + 6000000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12) \cos((\pi(n - x)) / 6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1)) / 12)^5 + \\
& 800 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12) \cos((\pi(n - x)) / 6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^7 + 6000000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12) \cos((\pi(n - x)) / 6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1)) / 12)^7 + \\
& 2400 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^3 \cos((\pi(n - x)) / 6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^3 - 6000000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^3 \cos((\pi(n - x)) / 6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1)) / 12)^3 - \\
& 800 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^4 \cos((\pi(n - x)) / 6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^2 - 2400 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^3 \cos((\pi(n - x)) / 6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^5 + \\
& 6000000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^3 \cos((\pi(n - x)) / 6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1)) / 12)^5 + 1200 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^4 \cos((\pi(n - x)) / 6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^4 - \\
& 3000000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^4 \cos((\pi(n - x)) / 6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1)) / 12)^4 + 800 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^3 \cos((\pi(n - x)) / 6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^7 + \\
& 6000000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^3 \cos((\pi(n - x)) / 6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1)) / 12)^7 - 800 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^4 \cos((\pi(n - x)) / 6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^6 + \\
& 200 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^4 \cos((\pi(n - x)) / 6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1)) / 12)^8 + 1500000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x)) / 12)^4 \cos((\pi(n - x)) / 6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1)) / 12)^8 -
\end{aligned}$$

```

1))/12)^8)))^(1/2)*(7500*cos((pi*(n - x))/6)^2 + 15000*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2 + 7500*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)^2 + r(n)^2 + 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^4*r(n)^2 + 15000*cos((pi*(n
- x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 7500*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x -
1))/12)^4 - 2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 -
100*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n) + 30000*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 15000*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 +
15000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + 7500*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n -
x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 4*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 100*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)*r(n) + 200*3^(1/2)*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - 100*3^(1/2)*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 400*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^3 -
400*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^3*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12) + 400*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^3*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^3 -
200*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 100*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 -
400*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x
- 1))/12)))/((r(n)*tan((pi*(x - 1))/12) - tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*r(n)
+ tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - tan(b(n)/2 - (pi*(n
- x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12))*r(n) - 50*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6)
- r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n) -
50*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6) + tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 50*3^(1/2)*cos((pi*(n -
x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 50*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2));

```

```

if (b(x)<0)

```

```

    b(x)=b(x)+2*pi;

```

```

end

```

```

    r(x)=100*3^(1/2)*r(n)*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12) - tan((pi*(x
- 1))/12))*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*tan((pi*(x - 1))/12) +
1)*((7500*cos((pi*(n - x))/6)^2 + 7500*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2 + r(n)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2 + 15000*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 +

```

[illegible]

$$\begin{aligned}
& x)/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x-1)/12))^6 + 6 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^4 r(n)^4 \tan((\pi(x-1)/12))^4 + 2 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^2 r(n)^4 \tan((\pi(x-1)/12))^8 - 4 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^4 r(n)^4 \tan((\pi(x-1)/12))^6 + \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^4 r(n)^4 \tan((\pi(x-1)/12))^8 - 200 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x)/6)) r(n)^3 - 150000 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x)/6))^3 r(n) + 240000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)) \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12)) + 800 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x)/6)) r(n)^3 \tan((\pi(x-1)/12))^2 - 1200 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x)/6)) r(n)^3 \tan((\pi(x-1)/12))^4 + 300000 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x)/6))^3 r(n) \tan((\pi(x-1)/12))^4 + 800 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x)/6)) r(n)^3 \tan((\pi(x-1)/12))^6 - 200 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x)/6)) r(n)^3 \tan((\pi(x-1)/12))^8 - 150000 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x)/6))^3 r(n) \tan((\pi(x-1)/12))^8 - 720000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)) \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12))^3 - 240000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^3 \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12)) + 720000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)) \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12))^5 - 240000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)) \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12))^7 + 200 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^4 \cos((\pi(n-x)/6)) r(n)^3 + 150000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^4 \cos((\pi(n-x)/6))^3 r(n) + 720000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^2 \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12))^2 - 1380000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^2 \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12))^4 + 720000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^3 \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12))^3 - 120000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^4 \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12))^2 + 720000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^2 \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12))^6 - 720000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^3 \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12))^5 + 150000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^4 \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12))^4 - 30000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^2 \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12))^8 + 240000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^3 \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12))^7 - 120000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^4 \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12))^6 + 45000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^4 \cos((\pi(n-x)/6))^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1)/12))^8 - 800 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)) \cos((\pi(n-x)/6)) r(n)^3 \tan((\pi(x-1)/12)) - 600000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)) \cos((\pi(n-x)/6))^3 r(n) \tan((\pi(x-1)/12)) + 2400 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)) \cos((\pi(n-x)/6)) r(n)^3 \tan((\pi(x-1)/12))^3 - 600000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)) \cos((\pi(n-x)/6))^3 r(n) \tan((\pi(x-1)/12))^3 - 800 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^3 \cos((\pi(n-x)/6)) r(n)^3 \tan((\pi(x-1)/12)) - 600000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12))^3 \cos((\pi(n-x)/6))^3 r(n) \tan((\pi(x-1)/12)) -
\end{aligned}$$

```

2400*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)^3*tan((pi*(x - 1))/12)^5 + 6000000*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)^3*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^5 +
800*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)^3*tan((pi*(x - 1))/12)^7 + 6000000*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)^3*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^7 +
2400*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^3*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)^3*tan((pi*(x - 1))/12)^3 - 6000000*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^3*cos((pi*(n - x))/6)^3*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^3 -
800*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)^3*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - 2400*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^3*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)^3*tan((pi*(x - 1))/12)^5 +
6000000*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^3*cos((pi*(n -
x))/6)^3*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^5 + 1200*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)^3*tan((pi*(x - 1))/12)^4 -
3000000*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n -
x))/6)^3*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 800*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^3*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)^3*tan((pi*(x - 1))/12)^7 +
6000000*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^3*cos((pi*(n -
x))/6)^3*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^7 - 800*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)^3*tan((pi*(x - 1))/12)^6 +
200*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)^3*tan((pi*(x - 1))/12)^8 + 1500000*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)^3*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^8)))^(1/2);

```

end

end

%变换回原坐标系

```
b1(1)=b(1);b1(7)=b(3);b1(13)=b(4);b1(10)=b(5);
```

```
r1(1)=r(1);r1(7)=r(3);r1(13)=r(4);r1(10)=r(5);
```

```
b=zeros(15,0);
```

```
r=zeros(15,0);
```

%坐标系变换

```
for i=1:15
```

```

x(i)=r1(i)*cos(b1(i));
y(i)=r1(i)*sin(b1(i));
x(i)=x(i)+25*sqrt(3);
y(i)=y(i)-25;
end

for i=1:15
    r1(i)=sqrt((x(i))^2+(y(i))^2);

    if((y(i)>0)&&(x(i)>0))
        b1(i)=atan(abs(y(i))/abs(x(i)))-pi*2/3;
    end
    if((y(i)>=0)&&(x(i)<0))
        b1(i)=pi-atan(abs(y(i))/abs(x(i)))-pi*2/3;
    end
    if((y(i)<0)&&(x(i)<0))
        b1(i)=pi+atan(abs(y(i))/abs(x(i)))-pi*2/3;
    end
    if((y(i)<=0)&&(x(i)>0))
        b1(i)=2*pi-atan(abs(y(i))/abs(x(i)))-pi*2/3;
    end
    if((y(i)==0)&&(x(i)==0))
        b1(i)=0;
    end
    if((y(i)>0)&&(x(i)==0))
        b1(i)=pi/2-pi*2/3;
    end
    if((y(i)<0)&&(x(i)==0))
        b1(i)=3*pi/2-pi*2/3;
    end
end

end

```

```
for i=1:15
```

```
    if(b1(i)<0)
```

```
        b1(i)=b1(i)+pi*2;
```

```
    end
```

```
end
```

```
b2(1)=b1(11);b2(2)=b1(12);b2(3)=b1(7);b2(4)=b1(13);b2(5)=b1(8);b2(6)=b1(4);
b2(7)=b1(14);b2(8)=b1(9);b2(9)=b1(5);b2(10)=b1(2);b2(11)=b1(15);b2(12)=b1(1
0);b2(13)=b1(6);b2(14)=b1(3);b2(15)=b1(1);
```

```
b1=b2;
```

```
r2(1)=r1(11);r2(2)=r1(12);r2(3)=r1(7);r2(4)=r1(13);r2(5)=r1(8);r2(6)=r1(4);
r2(7)=r1(14);r2(8)=r1(9);r2(9)=r1(5);r2(10)=r1(2);r2(11)=r1(15);r2(12)=r1(1
0);r2(13)=r1(6);r2(14)=r1(3);r2(15)=r1(1);
```

```
r1=r2;
```

```
%第三次纠正
```

```
b(1)=b1(2);b(2)=b1(4);b(3)=b1(8);b(4)=b1(9);b(5)=b1(6);b(6)=b1(3);
```

```
r(1)=r1(2);r(2)=r1(4);r(3)=r1(8);r(4)=r1(9);r(5)=r1(6);r(6)=r1(3);
```

```
for t=1:6
```

```
    b(t)=b(t)-pi/6;
```

```
end
```

```
%迭代
```

```
for n=2:6 %2-6 依次作为发射源
```

```
    for x=2:6
```

```
        if(x==n)
```

```
            continue;
```

```
        end
```

```
        b(x)=2*atan((2*(50*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12) -
tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*r(n) + 50*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12) + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2))/(50*cos((pi*(n - x))/6) - r(n) -
50*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 +
```

$$\begin{aligned}
& 50 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6) + \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 r(n) - 50 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6) * \tan((\pi(x-1))/12)^2 - \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 r(n) * \tan((\pi(x-1))/12)^2 \\
& - (r(n) * (\tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) - \tan((\pi(x-1))/12)) * (\tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) * \tan((\pi(x-1))/12) + 1) * (1/((\tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 + 1) * (2500 \cos((\pi(n-x))/6)^2 + 2500 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6)^2 + r(n)^2 + \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 r(n)^2 + 5000 \cos((\pi(n-x))/6)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 2500 \cos((\pi(n-x))/6)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^4 - 100 \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) - 2 * r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^2 + r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 200 \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) * \tan((\pi(x-1))/12)^2 - 100 \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) * \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 5000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 2500 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 100 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) - 2 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^2 + \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^4 - 200 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) * \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 100 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) * \tan((\pi(x-1))/12)^4 - 400 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) * \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) * \tan((\pi(x-1))/12) + 400 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) * \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) * \tan((\pi(x-1))/12)^3))^{\frac{1}{2}} * (2500 \cos((\pi(n-x))/6)^2 + 5000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6)^2 + 2500 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6)^2 + r(n)^2 + 2 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 r(n)^2 + \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 r(n)^2 + 5000 \cos((\pi(n-x))/6)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 2500 \cos((\pi(n-x))/6)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^4 - 100 \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) - 2 * r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^2 + r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 200 \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) * \tan((\pi(x-1))/12)^2 - 100 \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) * \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 10000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 5000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 5000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 100 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) - 4 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 2 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^4 - 2 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^2 + \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 400 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) * \tan((\pi(x-1))/12)^3 - 200 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) * \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 100 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) * \tan((\pi(x-1))/12)^4 - 400 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) * \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) * \tan((\pi(x-1))/12) + 400 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) * \cos((\pi(n-x))/6) * r(n) * \tan((\pi(x-1))/12)
\end{aligned}$$

```

- x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^3 - 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^3*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12))/((r(n)*tan((pi*(x -
1))/12) - tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*r(n) + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12))*(50*cos((pi*(n - x))/6) - r(n) -
50*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 +
50*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6) + tan(b(n)/2 - (pi*(n
- x))/12)^2*r(n) - 50*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n -
x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x
- 1))/12)^2)));

```

```

if (b(x)<0)

```

```

    b(x)=b(x)+2*pi;

```

```

end

```

```

    r(x)=100*r(n)*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12) - tan((pi*(x -
1))/12))*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*tan((pi*(x - 1))/12) +
1)*(1/((tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2 + 1)*(2500*cos((pi*(n - x))/6)^2 +
2500*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2 + r(n)^2 + tan(b(n)/2
- (pi*(n - x))/12)^2*r(n)^2 + 5000*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2
+ 2500*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 100*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n) - 2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4
+ 200*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - 100*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 5000*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 2500*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 +
100*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n) - 2*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 200*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 100*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 -
400*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)
+ 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x -
1))/12)^3)))^(1/2);

```

```

end

```

```

end

```

```

%变换回原坐标系

```

```

for t=1:6

```

```

    b(t)=b(t)+pi/6;

```

```

end

```

```

b1(2)=b(1);b1(4)=b(2);b1(8)=b(3);b1(9)=b(4);b1(6)=b(5);b1(3)=b(6);

```

```

r1(2)=r(1);r1(4)=r(2);r1(8)=r(3);r1(9)=r(4);r1(6)=r(5);r1(3)=r(6);
b=zeros(15,0);
r=zeros(15,0);

```

%第四次纠正

```

b(1)=b1(1);b(3)=b1(7);b(4)=b1(13);b(5)=b1(10);
r(1)=r1(1);r(3)=r1(7);r(4)=r1(13);r(5)=r1(10);

```

%迭代

for n=3:5 %3-5 依次作为发射源

```

    for x=3:5

```

```

        if(x==n)

```

```

            continue;

```

```

        end

```

```

            b(x)=(-2)*atan((2*(- tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*r(n) +
50*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12) + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 50*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)))/(r(n) -
50*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6) - r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*r(n) - 50*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n
- x))/6) + tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 +
50*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 50*3^(1/2)*tan(b(n)/2
- (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2) -
(r(n)*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12) - tan((pi*(x - 1))/12))*(tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)*tan((pi*(x - 1))/12) + 1)*((7500*cos((pi*(n - x))/6)^2 +
7500*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2 + r(n)^2 + tan(b(n)/2
- (pi*(n - x))/12)^2*r(n)^2 + 15000*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2
+ 7500*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 2*r(n)^2*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 100*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)
+ 15000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + 7500*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n -
x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 100*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n) + 200*3^(1/2)*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - 100*3^(1/2)*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 400*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^3 -
200*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n -

```

$$\begin{aligned}
& x))/6)*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + 100*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 - \\
& 400*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12))/((\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2 + 1)*(56250000*\cos((\pi*(n-x))/6)^4 + \\
& 112500000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^4 + 56250000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^4 + r(n)^4 + \\
& 2*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*r(n)^4 + \tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*r(n)^4 + 45000*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2 + 225000000*\cos((\pi*(n-x))/6)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + \\
& 337500000*\cos((\pi*(n-x))/6)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 + 225000000*\cos((\pi*(n-x))/6)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^6 + 56250000*\cos((\pi*(n-x))/6)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 - \\
& 4*r(n)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + 6*r(n)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 - 4*r(n)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^6 + r(n)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 - 120000*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + \\
& 150000*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 - 120000*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^6 + 45000*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 - \\
& 30000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2 + 45000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2 + 450000000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + \\
& 675000000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 + 225000000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + \\
& 450000000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^6 + 337500000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 + \\
& 112500000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 + 225000000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^6 + \\
& 56250000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 - 8*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*r(n)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + 12*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*r(n)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 - \\
& 4*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*r(n)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 - 8*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*r(n)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^6 + 6*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*r(n)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 + \\
& 2*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*r(n)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 - 4*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*r(n)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^6 + \tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*r(n)^4*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 - \\
& 200*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3 - 150000*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n) + 240000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12) + \\
& 800*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 - 1200*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 + \\
& 3000000*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 + 800*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^6 - \\
& 200*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 -
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 1500000*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 - \\
& 720000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^3 - \\
& 240000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12) + \\
& 720000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^5 - \\
& 240000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^7 + \\
& 200*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3 + \\
& 1500000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n) + \\
& 720000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 - \\
& 1380000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 + \\
& 720000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^3 - \\
& 120000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + \\
& 720000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^6 - \\
& 720000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^5 + \\
& 150000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 - \\
& 30000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 + \\
& 240000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^7 - \\
& 120000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^6 + \\
& 45000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 - \\
& 800*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12) - \\
& 6000000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12) + \\
& 2400*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^3 - \\
& 6000000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^3 - \\
& 800*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12) - \\
& 6000000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12) - \\
& 2400*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^5 + \\
& 6000000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^5 + \\
& 800*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^7 + \\
& 6000000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^7 + \\
& 2400*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^3 - \\
& 6000000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^3 - \\
& 800*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 - \\
& 2400*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^5 +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 6000000 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cdot \cos((\pi(n-x))/6)^3 \cdot r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^5 + 1200 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \cdot r(n)^3 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^4 \\
& - 3000000 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cdot \cos((\pi(n-x))/6)^3 \cdot r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 800 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \cdot r(n)^3 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^7 \\
& + 6000000 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cdot \cos((\pi(n-x))/6)^3 \cdot r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^7 - 800 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \cdot r(n)^3 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^6 \\
& + 200 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \cdot r(n)^3 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^8 + 1500000 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cdot \cos((\pi(n-x))/6)^3 \cdot r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^8 \\
& \cdot ((1/2) \cdot (7500 \cdot \cos((\pi(n-x))/6)^2 + 15000 \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cdot \cos((\pi(n-x))/6)^2 + 7500 \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cdot \cos((\pi(n-x))/6)^2 + r(n)^2 + 2 \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cdot r(n)^2 \\
& + \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cdot r(n)^2 + 15000 \cdot \cos((\pi(n-x))/6)^2 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 7500 \cdot \cos((\pi(n-x))/6)^2 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^4 - 2 \cdot r(n)^2 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^2 + r(n)^2 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^4 \\
& - 100 \cdot 3^{1/2} \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \cdot r(n) + 30000 \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cdot \cos((\pi(n-x))/6)^2 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 15000 \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cdot \cos((\pi(n-x))/6)^2 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^4 \\
& + 15000 \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cdot \cos((\pi(n-x))/6)^2 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 7500 \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cdot \cos((\pi(n-x))/6)^2 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^4 \\
& - 4 \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cdot r(n)^2 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 2 \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cdot r(n)^2 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^4 - 2 \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cdot r(n)^2 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^2 \\
& + \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cdot r(n)^2 \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 100 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \cdot r(n) + 200 \cdot 3^{1/2} \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \cdot r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^2 \\
& - 100 \cdot 3^{1/2} \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \cdot r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 400 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \cdot r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^3 \\
& - 400 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \cdot r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12) + 400 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \cdot r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^3 \\
& - 200 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \cdot r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 100 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \cdot r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^4 \\
& - 400 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \cdot r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12))) / ((r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12) - \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) \cdot r(n) \\
& + \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) \cdot r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^2 - \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cdot r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12)) \cdot (r(n) - 50 \cdot 3^{1/2} \cdot \cos((\pi(n-x))/6) \\
& - r(n) \cdot \tan((\pi(x-1))/12)^2 - \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cdot r(n) - 50 \cdot 3^{1/2} \cdot \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cdot \cos((\pi(n-x))/6) + \tan(b(n)/2 -
\end{aligned}$$

```

(pi*(n - x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 50*3^(1/2)*cos((pi*(n -
x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 50*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2));

    if (b(x)<0)

        b(x)=b(x)+2*pi;

    end

    r(x)=100*3^(1/2)*r(n)*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12) - tan((pi*(x
- 1))/12))*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*tan((pi*(x - 1))/12) +
1)*((7500*cos((pi*(n - x))/6)^2 + 7500*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2 + r(n)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2 + 15000*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 +
7500*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 2*r(n)^2*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 100*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)
+ 15000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + 7500*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n -
x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 100*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n) + 200*3^(1/2)*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - 100*3^(1/2)*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 400*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^3 -
200*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 100*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 -
400*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x
- 1))/12))/((tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2 + 1)*(56250000*cos((pi*(n -
x))/6)^4 + 112500000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^4 +
56250000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)^4 + r(n)^4 +
2*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n)^4 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*r(n)^4 + 45000*cos((pi*(n - x))/6)^2*r(n)^2 + 225000000*cos((pi*(n
- x))/6)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 337500000*cos((pi*(n - x))/6)^4*tan((pi*(x
- 1))/12)^4 + 225000000*cos((pi*(n - x))/6)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^6 +
56250000*cos((pi*(n - x))/6)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^8 - 4*r(n)^4*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + 6*r(n)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 4*r(n)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^6
+ r(n)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^8 - 120000*cos((pi*(n -
x))/6)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 150000*cos((pi*(n -
x))/6)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 120000*cos((pi*(n -
x))/6)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^6 + 45000*cos((pi*(n -
x))/6)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^8 - 30000*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*r(n)^2 + 45000*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)^2*r(n)^2 + 450000000*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 675000000*tan(b(n)/2

```

$$\begin{aligned}
& - (\pi(n-x)/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^4 + \\
& 22500000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 45000000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^6 + 33750000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 11250000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^8 + 22500000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^6 + 5625000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^8 - 8 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 12 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^4 - 4 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^2 - 8 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^6 + 6 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 2 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^8 - 4 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^6 + \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x-1))/12)^8 - 200 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 - 150000 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x))/6)^3 r(n) + 24000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12) \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12) + 800 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12)^2 - 1200 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 300000 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 800 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12)^6 - 200 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12)^8 - 150000 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n-x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x-1))/12)^8 - 72000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12) \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^3 - 24000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12) + 72000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12) \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^5 - 24000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12) \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^7 + 200 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 + 150000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6)^3 r(n) + 72000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^2 - 138000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 72000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^3 - 12000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^2 + 72000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^6 - 72000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^5 + 15000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^4 - 30000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^8 + 24000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x)/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& - 1)) / 12)^7 - 120000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 45000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 \\
& - 800 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12) - 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1))/12) + \\
& 2400 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^3 - 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^3 \\
& - 800 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^3 \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12) - 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^3 \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1))/12) \\
& - 2400 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^5 + 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^5 + \\
& 800 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^7 + 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^7 + \\
& 2400 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^3 \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^3 - 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^3 \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^3 \\
& - 800 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 - 2400 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^3 \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^5 + \\
& 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^3 \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^5 + 1200 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 - \\
& 3000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 800 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^3 \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^7 + \\
& 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^3 \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^7 - 800 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + \\
& 200 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 + 1500000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^8))^{(1/2)};
\end{aligned}$$

end

end

b1(1)=b(1);b1(7)=b(3);b1(13)=b(4);b1(10)=b(5);

r1(1)=r(1);r1(7)=r(3);r1(13)=r(4);r1(10)=r(5);

```

b=zeros(15,0);
r=zeros(15,0);
for i=1:15
    x(i)=r1(i)*cos(b1(i));
    y(i)=r1(i)*sin(b1(i));
    x(i)=x(i)+25*sqrt(3);
    y(i)=y(i)-25;
end

for i=1:15
    r1(i)=sqrt((x(i))^2+(y(i))^2);

    if((y(i)>0)&&(x(i)>0))
        b1(i)=atan(abs(y(i))/abs(x(i)))-pi*2/3;
    end
    if((y(i)>=0)&&(x(i)<0))
        b1(i)=pi-atan(abs(y(i))/abs(x(i)))-pi*2/3;
    end
    if((y(i)<0)&&(x(i)<0))
        b1(i)=pi+atan(abs(y(i))/abs(x(i)))-pi*2/3;
    end
    if((y(i)<=0)&&(x(i)>0))
        b1(i)=2*pi-atan(abs(y(i))/abs(x(i)))-pi*2/3;
    end
    if((y(i)==0)&&(x(i)==0))
        b1(i)=0;
    end
    if((y(i)>0)&&(x(i)==0))
        b1(i)=pi/2-pi*2/3;
    end
    if((y(i)<0)&&(x(i)==0))
        b1(i)=3*pi/2-pi*2/3;
    end
end

```

```
end
```

```
for i=1:15
    if(b1(i)<0)
        b1(i)=b1(i)+pi*2;
    end
end
```

```
b2(1)=b1(11);b2(2)=b1(12);b2(3)=b1(7);b2(4)=b1(13);b2(5)=b1(8);b2(6)=b1(4);
b2(7)=b1(14);b2(8)=b1(9);b2(9)=b1(5);b2(10)=b1(2);b2(11)=b1(15);b2(12)=b1(1
0);b2(13)=b1(6);b2(14)=b1(3);b2(15)=b1(1);

b1=b2;
```

```
r2(1)=r1(11);r2(2)=r1(12);r2(3)=r1(7);r2(4)=r1(13);r2(5)=r1(8);r2(6)=r1(4);
r2(7)=r1(14);r2(8)=r1(9);r2(9)=r1(5);r2(10)=r1(2);r2(11)=r1(15);r2(12)=r1(1
0);r2(13)=r1(6);r2(14)=r1(3);r2(15)=r1(1);

r1=r2;
```

```
%第 5 次纠正
```

```
b(1)=b1(2);b(2)=b1(4);b(3)=b1(8);b(4)=b1(9);b(5)=b1(6);b(6)=b1(3);
r(1)=r1(2);r(2)=r1(4);r(3)=r1(8);r(4)=r1(9);r(5)=r1(6);r(6)=r1(3);

for t=1:6
    b(t)=b(t)-pi/6;
end
```

```
%迭代
```

```
for n=2:6 %2-6 依次作为发射源
    for x=2:6
        if(x==n)
            continue;
        end
    end
end
```

end

[illegible]


```

x))/12)^4*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^3*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^3 - 200*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 +
100*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x -
1))/12)^4 - 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12) + 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n
- x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^3 - 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^3*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12))/((r(n)*tan((pi*(x -
1))/12) - tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*r(n) + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12))*(50*cos((pi*(n - x))/6) - r(n) -
50*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 +
50*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6) + tan(b(n)/2 - (pi*(n
- x))/12)^2*r(n) - 50*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n -
x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x
- 1))/12)^2)))));

```

```

if (b(x)<0)

```

```

    b(x)=b(x)+2*pi;

```

```

end

```

```

    r(x)=100*r(n)*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12) - tan((pi*(x -
1))/12))*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*tan((pi*(x - 1))/12) +
1)*(1/((tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2 + 1)*(2500*cos((pi*(n - x))/6)^2 +
2500*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2 + r(n)^2 + tan(b(n)/2
- (pi*(n - x))/12)^2*r(n)^2 + 5000*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2
+ 2500*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 100*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n) - 2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4
+ 200*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - 100*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 5000*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 2500*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 +
100*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n) - 2*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 200*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 100*tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 -
400*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)
+ 400*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x -
1))/12)^3))))^(1/2);

```

```

end

```

```

end

```

```

%变换回原坐标系

```

```

for t=1:6
    b(t)=b(t)+pi/6;
end
b1(2)=b(1);b1(4)=b(2);b1(8)=b(3);b1(9)=b(4);b1(6)=b(5);b1(3)=b(6);
r1(2)=r(1);r1(4)=r(2);r1(8)=r(3);r1(9)=r(4);r1(6)=r(5);r1(3)=r(6);
b=zeros(15,0);
r=zeros(15,0);

```

%第 6 次纠正

```

b(1)=b1(1);b(3)=b1(7);b(4)=b1(13);b(5)=b1(10);
r(1)=r1(1);r(3)=r1(7);r(4)=r1(13);r(5)=r1(10);

```

%迭代

for n=3:5 %3-5 依次作为发射源

```

    for x=3:5
        if(x==n)
            continue;
        end
        b(x)=(-2)*atan((2*(- tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*r(n) +
50*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12) + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 50*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)))/(r(n) -
50*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6) - r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*r(n) - 50*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n
- x))/6) + tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 +
50*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 50*3^(1/2)*tan(b(n)/2
- (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2) -
(r(n)*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12) - tan((pi*(x - 1))/12))*(tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)*tan((pi*(x - 1))/12) + 1)*((7500*cos((pi*(n - x))/6)^2 +
7500*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2 + r(n)^2 + tan(b(n)/2
- (pi*(n - x))/12)^2*r(n)^2 + 15000*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2
+ 7500*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 2*r(n)^2*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 100*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)
+ 15000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + 7500*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n -
x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 100*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -

```

$$\begin{aligned}
& x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6) r(n) + 200 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6) r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^2 - 100 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6) r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 400 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6) r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^3 - 200 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6) r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + 100 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6) r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^4 - 400 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6) r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)) / ((\tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 + 1) \cdot (56250000 \cos((\pi(n - x))/6)^4 + 11250000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^4 + 56250000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^4 + r(n)^4 + 2 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 r(n)^4 + \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 r(n)^4 + 45000 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 + 225000000 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + 337500000 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 225000000 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 56250000 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 4 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 6 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 - 4 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 120000 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + 150000 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 - 120000 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 45000 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 30000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 + 45000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 + 450000000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + 675000000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 225000000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + 450000000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 337500000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 112500000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 + 225000000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 56250000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 8 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + 12 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 - 4 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 - 8 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 6 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 2 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 4 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 200 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 - 150000 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) + 240000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12) +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 800*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 - \\
& 1200*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 + \\
& 300000*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 + \\
& 800*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^6 - \\
& 200*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 - \\
& 150000*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 - \\
& 72000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^3 - \\
& 24000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12) + \\
& 72000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^5 - \\
& 24000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^7 + \\
& 200*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3 + \\
& 150000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n) + \\
& 72000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 - \\
& 138000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 + \\
& 72000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^3 - \\
& 12000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + \\
& 72000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^6 - \\
& 72000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^5 + \\
& 15000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 - \\
& 30000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 + \\
& 24000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^7 - \\
& 12000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^6 + \\
& 45000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 - \\
& 800*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12) - \\
& 600000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12) + \\
& 2400*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^3 - \\
& 600000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^3 - \\
& 800*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12) - \\
& 600000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12) - \\
& 2400*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^5 + \\
& 600000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^5 + \\
& 800*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^7 + \\
& 600000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^7 + \\
& 2400*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^7 +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^3 - 6000000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^3 - \\
& 800*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 - 2400*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^5 + \\
& 6000000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^5 + 1200*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 - \\
& 3000000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 + 800*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^7 + \\
& 6000000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^7 - 800*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^6 + \\
& 200*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)^3*\tan((\pi*(x-1))/12)^8 + 1500000*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^3*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^8)))^{(1/2)}*(7500*\cos((\pi*(n-x))/6)^2 + 15000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^2 + 7500*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^2 + r(n)^2 + 2*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*r(n)^2 + \tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*r(n)^2 + 15000*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + 7500*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 - 2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 - 100*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n) + 30000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + 15000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 + 15000*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + 7500*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 - 4*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + 2*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^2*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 - 2*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + \tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*r(n)^2*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 + 100*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n) + 200*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 - 100*3^{(1/2)}*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 + 400*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^3 - 400*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12) + 400*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^3*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^3 - 200*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^2 + 100*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)^4*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^4 - 400*3^{(1/2)}*\tan(b(n)/2 - (\pi*(n-x))/12)*\cos((\pi*(n-x))/6)*r(n)*\tan((\pi*(x-1))/12)^4
\end{aligned}$$

```

- 1))/12)))/((r(n)*tan((pi*(x - 1))/12) - tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*r(n)
+ tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - tan(b(n)/2 - (pi*(n
- x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12))*r(n) - 50*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6)
- r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n) -
50*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6) + tan(b(n)/2 -
(pi*(n - x))/12)^2*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 50*3^(1/2)*cos((pi*(n -
x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 50*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*tan((pi*(x - 1))/12)^2));

```

```

if (b(x)<0)

```

```

    b(x)=b(x)+2*pi;

```

```

end

```

```

r(x)=100*3^(1/2)*r(n)*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12) - tan((pi*(x
- 1))/12))*(tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*tan((pi*(x - 1))/12) +
1)*((7500*cos((pi*(n - x))/6)^2 + 7500*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2 + r(n)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2 + 15000*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 +
7500*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 2*r(n)^2*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 100*3^(1/2)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)
+ 15000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^2*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + 7500*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n -
x))/6)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 2*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 100*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n) + 200*3^(1/2)*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 - 100*3^(1/2)*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 + 400*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^3 -
200*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n -
x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 100*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x - 1))/12)^4 -
400*3^(1/2)*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)*cos((pi*(n - x))/6)*r(n)*tan((pi*(x
- 1))/12))/((tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2 + 1)*(56250000*cos((pi*(n -
x))/6)^4 + 112500000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*cos((pi*(n - x))/6)^4 +
56250000*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^4*cos((pi*(n - x))/6)^4 + r(n)^4 +
2*tan(b(n)/2 - (pi*(n - x))/12)^2*r(n)^4 + tan(b(n)/2 - (pi*(n -
x))/12)^4*r(n)^4 + 45000*cos((pi*(n - x))/6)^2*r(n)^2 + 225000000*cos((pi*(n
- x))/6)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 337500000*cos((pi*(n - x))/6)^4*tan((pi*(x
- 1))/12)^4 + 225000000*cos((pi*(n - x))/6)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^6 +
56250000*cos((pi*(n - x))/6)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^8 - 4*r(n)^4*tan((pi*(x -
1))/12)^2 + 6*r(n)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 4*r(n)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^6
+ r(n)^4*tan((pi*(x - 1))/12)^8 - 120000*cos((pi*(n -
x))/6)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^2 + 150000*cos((pi*(n -
x))/6)^2*r(n)^2*tan((pi*(x - 1))/12)^4 - 120000*cos((pi*(n -

```

$$\begin{aligned}
& x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 45000 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 30000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 + 45000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 + 45000000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + 67500000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 22500000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + 45000000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 33750000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 11250000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 + 22500000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 5625000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 8 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + 12 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 - 4 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 - 8 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + 6 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 2 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 4 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 + \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 r(n)^4 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 200 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 - 150000 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) + 24000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12) + 800 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 - 1200 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 300000 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 800 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 - 200 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 150000 \cdot 3^{1/2} \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x - 1))/12)^8 - 72000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^3 - 24000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^3 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12) + 72000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^5 - 24000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12) \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^7 + 200 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6) r(n)^3 + 150000 \cdot 3^{1/2} \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^3 r(n) + 72000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 - 138000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^4 + 72000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^3 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^3 - 12000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^4 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^2 + 72000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n - x))/12)^2 \cos((\pi(n - x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x - 1))/12)^6 -
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 720000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^5 + 150000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^4 - 30000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^2 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^8 + \\
& 240000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^7 - 120000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^6 + 45000 \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6)^2 r(n)^2 \tan((\pi(x-1))/12)^8 - \\
& 800 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12) - 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) \cos((\pi(n-x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x-1))/12) + \\
& 2400 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12)^3 - 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) \cos((\pi(n-x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x-1))/12)^3 - \\
& 800 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12) - 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x-1))/12) - \\
& 2400 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12)^5 + 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) \cos((\pi(n-x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x-1))/12)^5 + \\
& 800 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12)^7 + 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12) \cos((\pi(n-x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x-1))/12)^7 + \\
& 2400 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12)^3 - 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x-1))/12)^3 - \\
& 800 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12)^2 - 2400 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12)^5 + \\
& 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x-1))/12)^5 + 1200 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12)^4 - \\
& 3000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x-1))/12)^4 + 800 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12)^7 + \\
& 6000000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^3 \cos((\pi(n-x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x-1))/12)^7 - 800 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12)^6 + \\
& 200 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6) r(n)^3 \tan((\pi(x-1))/12)^8 + 1500000 \cdot 3^{(1/2)} \tan(b(n)/2 - (\pi(n-x))/12)^4 \cos((\pi(n-x))/6)^3 r(n) \tan((\pi(x-1))/12)^8))^{(1/2)};
\end{aligned}$$

end


```

end

b1(1)=b(1);b1(7)=b(3);b1(13)=b(4);b1(10)=b(5);
r1(1)=r(1);r1(7)=r(3);r1(13)=r(4);r1(10)=r(5);
b=zeros(15,0);
r=zeros(15,0);

for i=1:15
    x(i)=r1(i)*cos(b1(i));
    y(i)=r1(i)*sin(b1(i));
    x(i)=x(i)+25*sqrt(3);
    y(i)=y(i)-25;
end

for i=1:15
    r1(i)=sqrt((x(i))^2+(y(i))^2);

    if((y(i)>0)&&(x(i)>0))
        b1(i)=atan(abs(y(i))/abs(x(i)))-pi*2/3;
    end
    if((y(i)>=0)&&(x(i)<0))
        b1(i)=pi-atan(abs(y(i))/abs(x(i)))-pi*2/3;
    end
    if((y(i)<0)&&(x(i)<0))
        b1(i)=pi+atan(abs(y(i))/abs(x(i)))-pi*2/3;
    end
    if((y(i)<=0)&&(x(i)>0))
        b1(i)=2*pi-atan(abs(y(i))/abs(x(i)))-pi*2/3;
    end
    if((y(i)==0)&&(x(i)==0))
        b1(i)=0;
    end
    if((y(i)>0)&&(x(i)==0))
        b1(i)=pi/2-pi*2/3;
    end
end

```

```

        end

        if((y(i)<0)&&(x(i)==0))
            b1(i)=3*pi/2-pi*2/3;
        end

    end

end

for i=1:15
    if(b1(i)<0)
        b1(i)=b1(i)+pi*2;
    end
end

b2(1)=b1(11);b2(2)=b1(12);b2(3)=b1(7);b2(4)=b1(13);b2(5)=b1(8);b2(6)=b1(4);
b2(7)=b1(14);b2(8)=b1(9);b2(9)=b1(5);b2(10)=b1(2);b2(11)=b1(15);b2(12)=b1(1
0);b2(13)=b1(6);b2(14)=b1(3);b2(15)=b1(1);

b1=b2;

r2(1)=r1(11);r2(2)=r1(12);r2(3)=r1(7);r2(4)=r1(13);r2(5)=r1(8);r2(6)=r1(4);
r2(7)=r1(14);r2(8)=r1(9);r2(9)=r1(5);r2(10)=r1(2);r2(11)=r1(15);r2(12)=r1(1
0);r2(13)=r1(6);r2(14)=r1(3);r2(15)=r1(1);

r1=r2;

r0=r1
B0=b0*180/pi

end

```