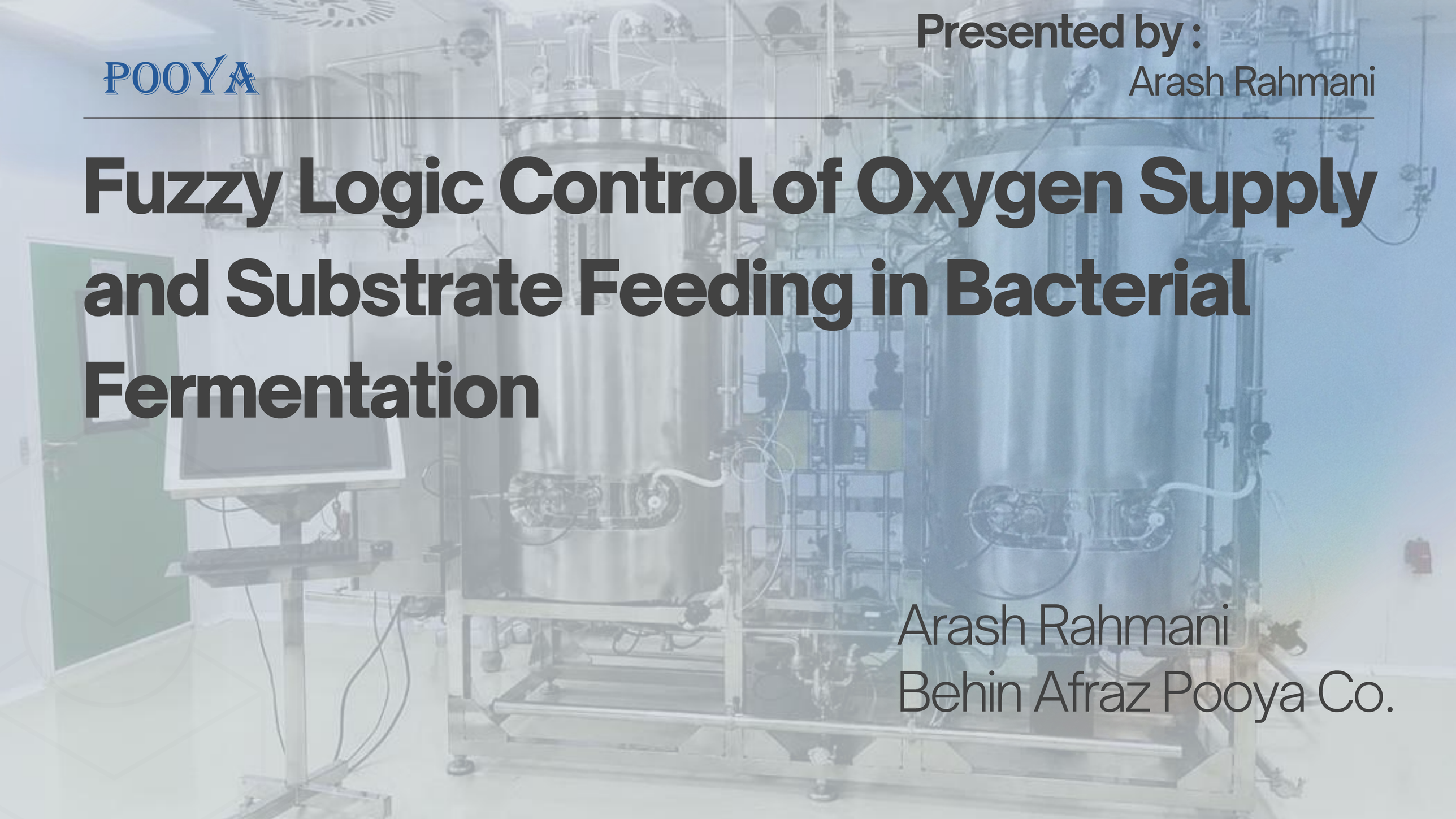
POOYA

Presented by :
Arash Rahmani

# Fuzzy Logic Control of Oxygen Supply and Substrate Feeding in Bacterial Fermentation



Arash Rahmani
Behin Afraz Pooya Co.

POOYA

# فهرست مطالب


01 منطق فازی و کاربرد آن در کنترل تصمیم گیری

02 چالش‌های کنترل اکسیژن و خوراک‌دهی در تخمیر باکتریایی

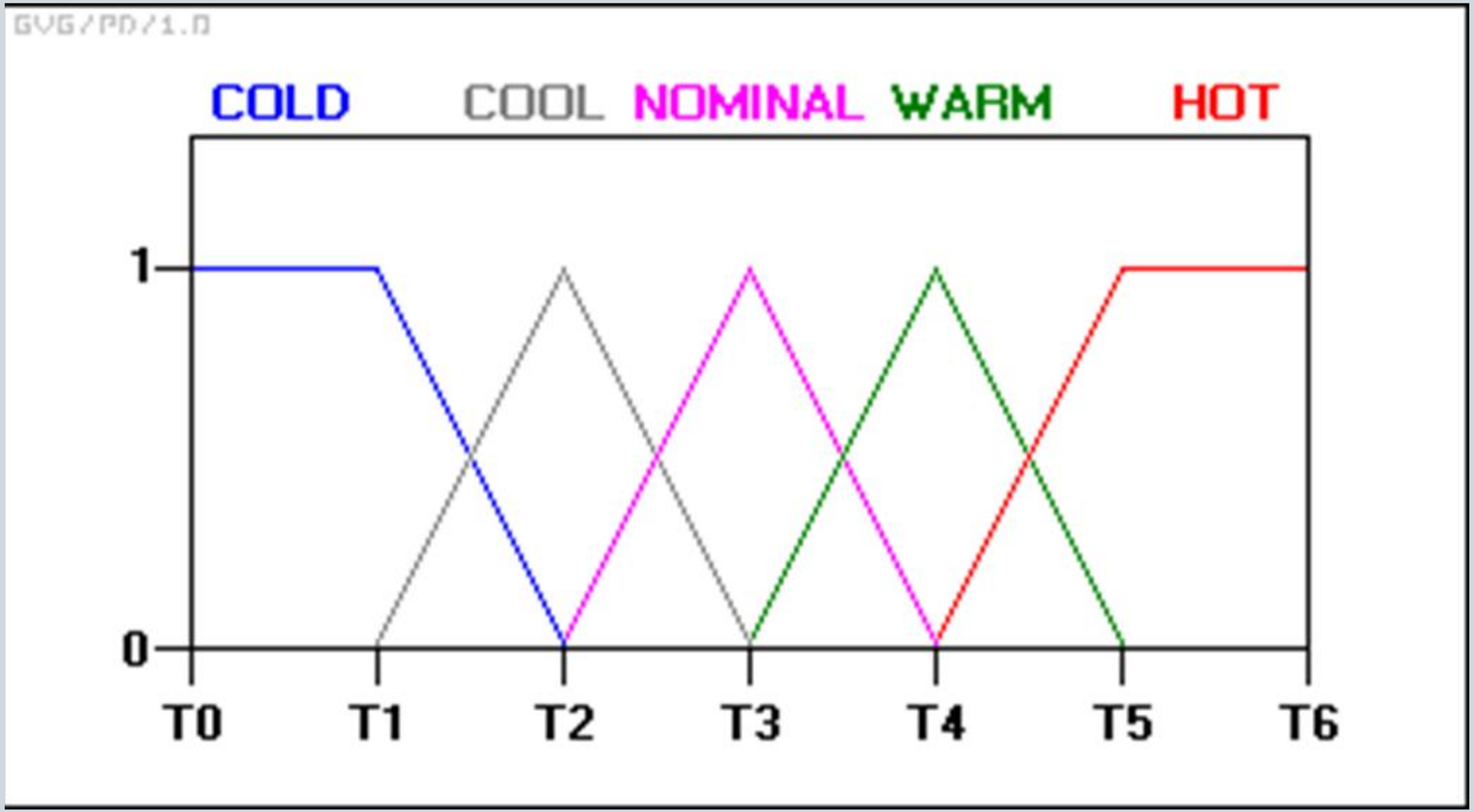
03 کاربرد کنترل فازی در بهینه سازی کنترل فرمانتور

04 طراحی و بهینه‌سازی کنترل‌کننده

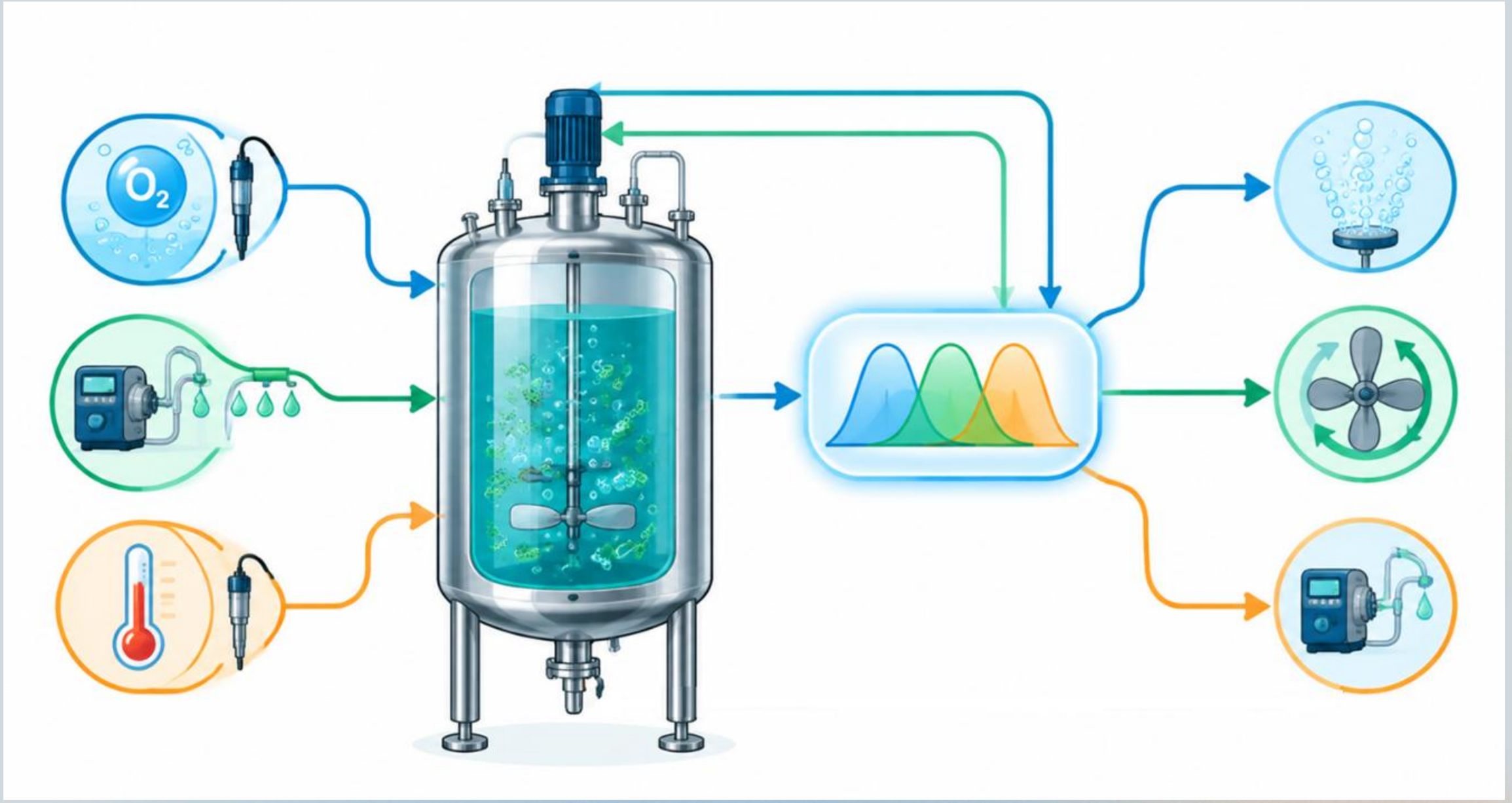
05 جمع بندی

POOYA

# 01 What is Fuzzy Logic?



POOYA



# 02 Why conventional control is not always enough?

01

عدم قابلیت پیش بینی و ثبات در رفتار فرایند

02

تاخیر در پاسخ زمانی سنسورها

03

تصمیم گیری بر مبنای مقایسه نسبی متغیر ها. بعنوان مثال : DO کمی پایین است و یا DO به سرعت در حال افت است. ← تبدیل قضاوت کیفی به فرمان کنترلی

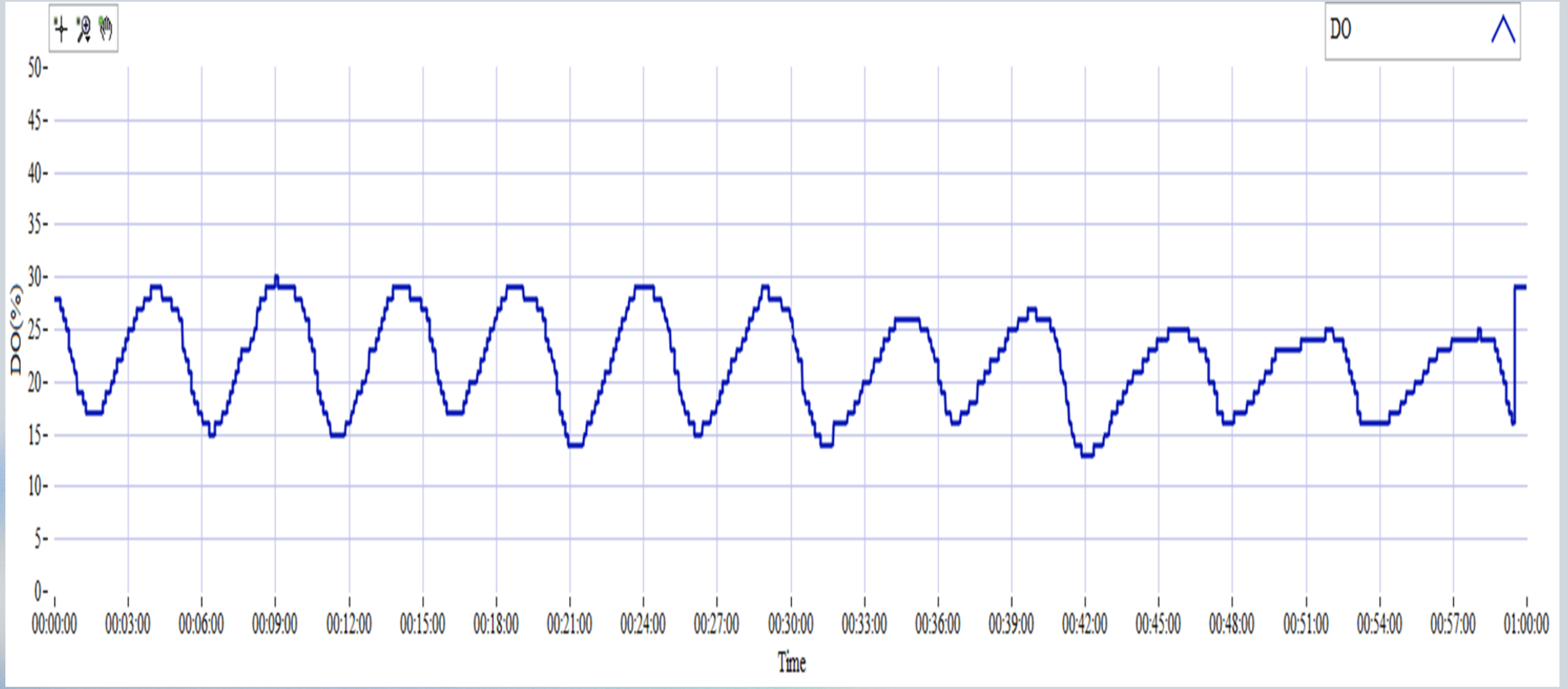
POOYA

POOYA

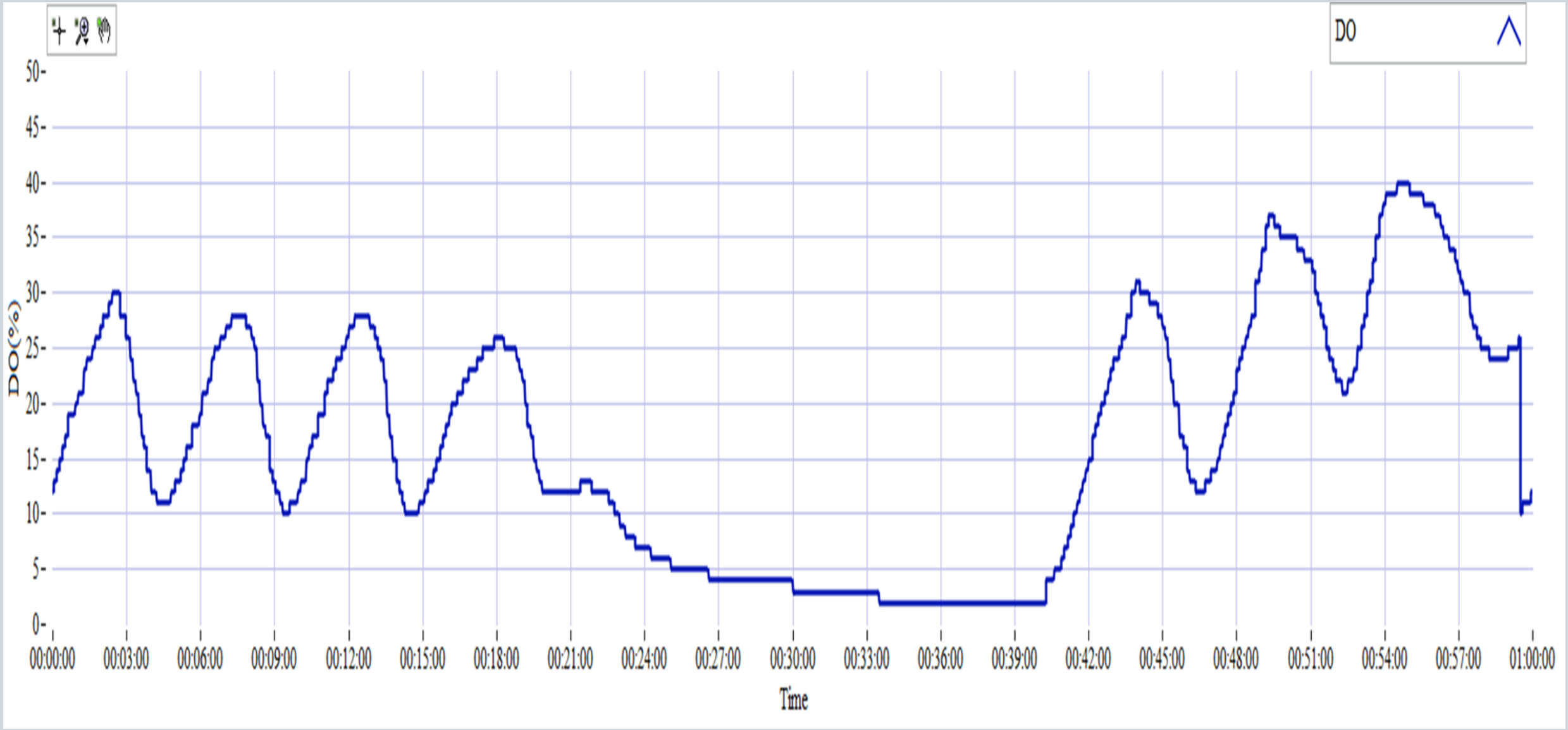
# 03 Why do we need intelligent control in fermentation ?

| 01 | 02 | 03 | 04 |
| --- | --- | --- | --- |
| تغییرات در رشد سلول و مصرف اکسیژن | رفتار غیر خطی فرآیند | تاخیر در پاسخ سنسورها و عملگرها | نقش مهم و موثر تجربه کاربر در تصمیم گیری |

POOYA

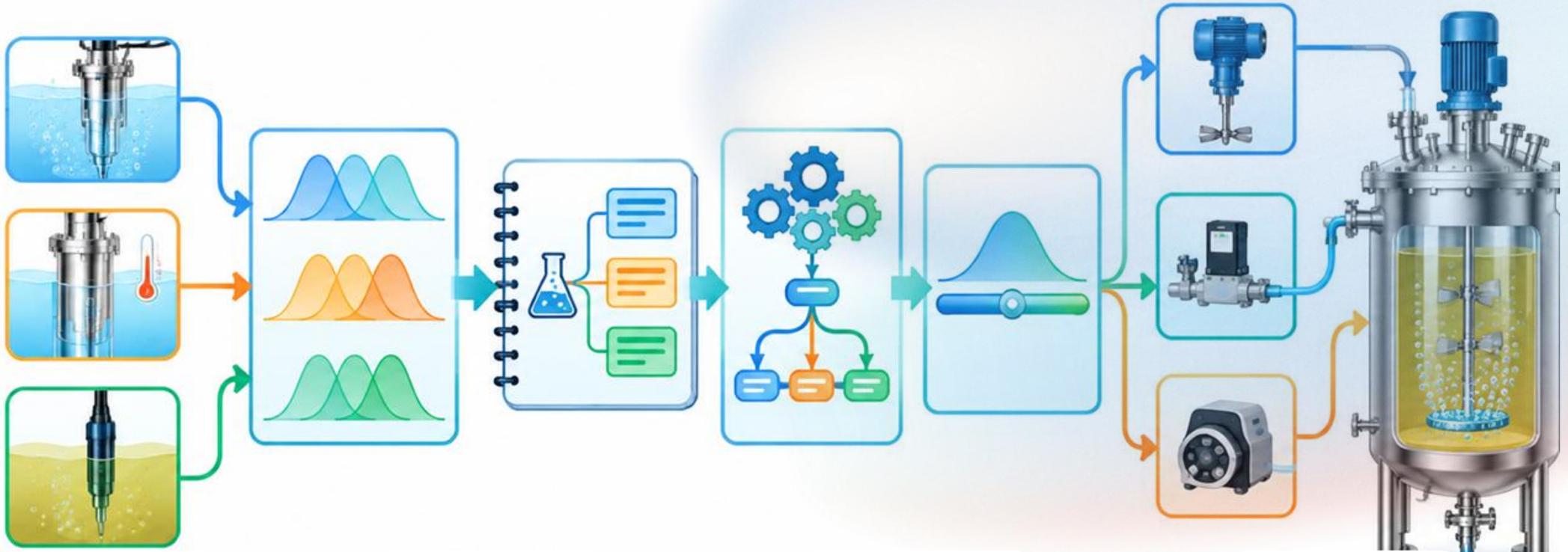

DO
DO(%)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
00:00:00
00:03:00
00:06:00
00:09:00
00:12:00
00:15:00
00:18:00
00:21:00
00:24:00
00:27:00
00:30:00
00:33:00
00:36:00
00:39:00
00:42:00
00:45:00
00:48:00
00:51:00
00:54:00
00:57:00
01:00:00
Time

POOYA


DO
DO(%)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
00:00:00
00:03:00
00:06:00
00:09:00
00:12:00
00:15:00
00:18:00
00:21:00
00:24:00
00:27:00
00:30:00
00:33:00
00:36:00
00:39:00
00:42:00
00:45:00
00:48:00
00:51:00
00:54:00
00:57:00
01:00:00
Time

POOYA

# •Fuzzy controller’s four components:



| 01 | 02 | 03 | 04 |
|---|---|---|---|
| Fuzzification | Knowledge Base | Decision-Making Logic | Defuzzification |

POOYA

# 04 Optimization Methods for Fuzzy Control

- **Membership Function Tuning**

تنظیم شکل و محدوده توابع عضویت

- **Rule-Base Optimization**

اصلاح و بهینه‌سازی قواعد اگر–آنگاه بر اساس داده‌های آزمایش و تجربه متخصص

- **Parameter Optimization**

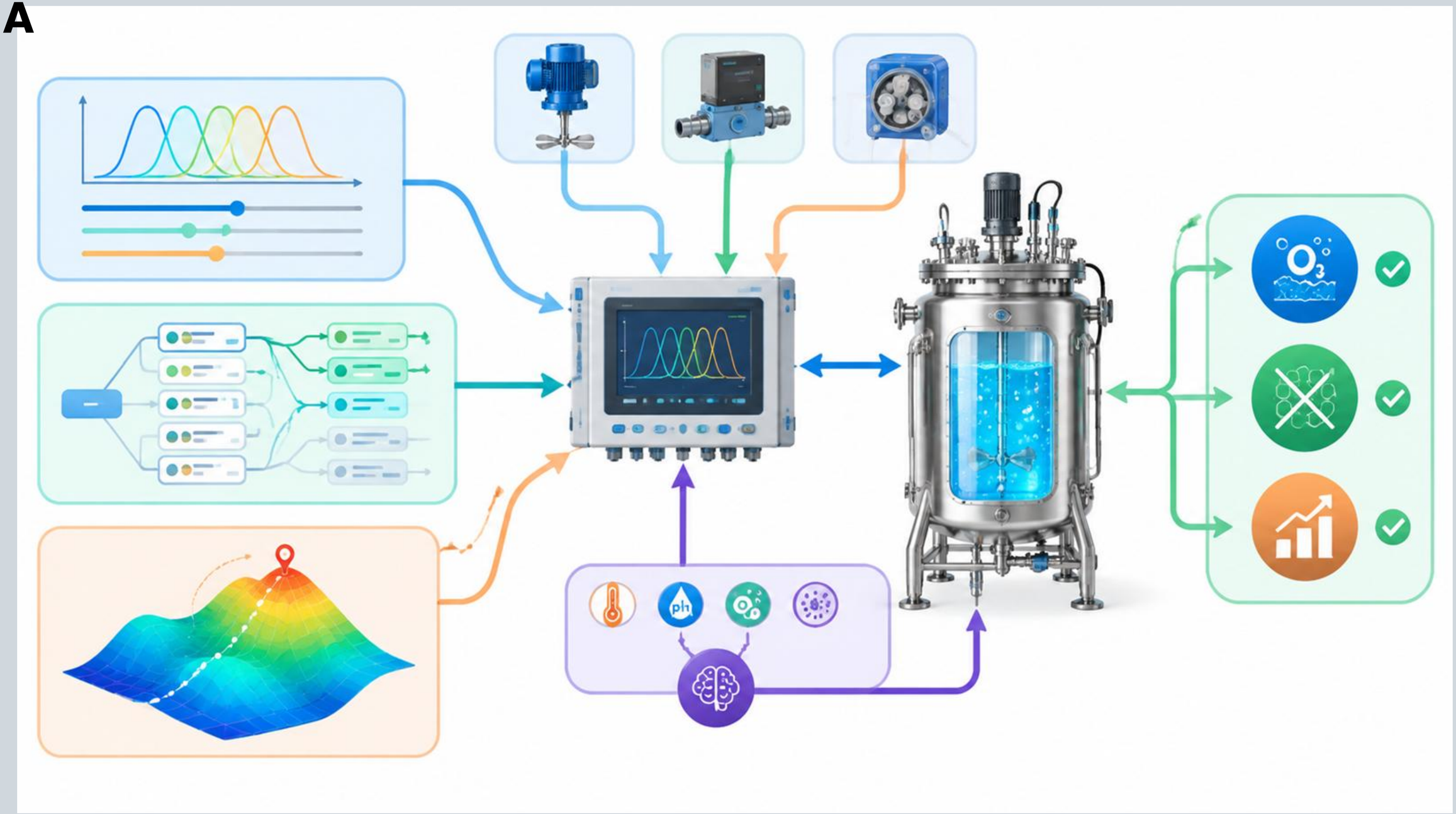
جست‌وجوی بهترین مقادیر پارامترها، مانند ضرایب کنترل، محدوده عملگرها و وزن هر هدف

- **Adaptive or Online Optimization**

به‌روزرسانی کنترل‌کننده حین فرایند، بر اساس داده‌های جدید بیوراکتور

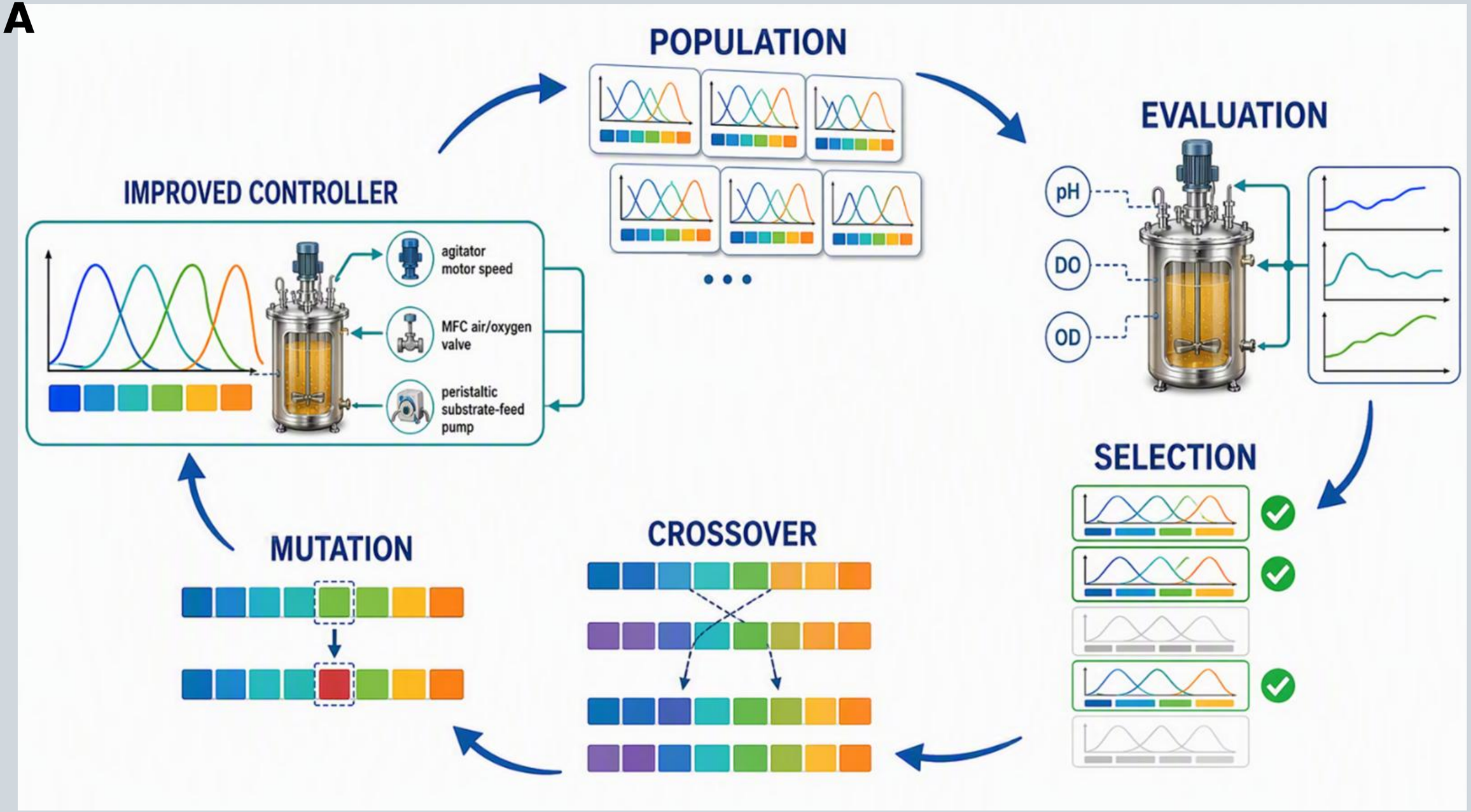
POOY

A

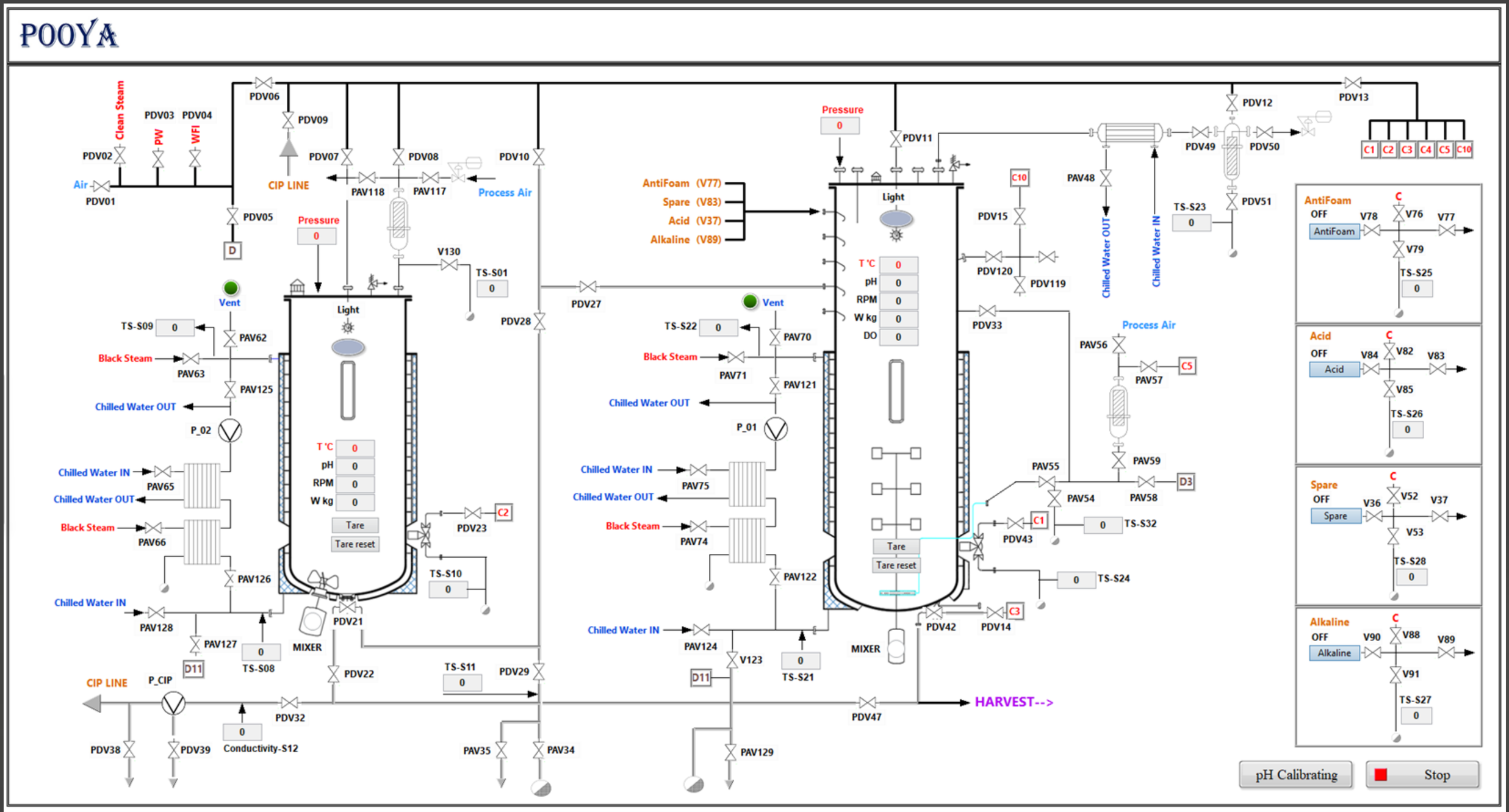


POOY

A


POPULATION
EVALUATION
pH
DO
OD
SELECTION
CROSSOVER
MUTATION
IMPROVED CONTROLLER
agitator motor speed
MFC air/oxygen valve
peristaltic substrate-feed pump

POOYA


Clean Steam
PDV03
PDV04
PDV02
PW
WFI
Air
PDV01
PDV06
PDV09
CIP LINE
PDV07
PDV08
PAV118
PAV117
Process Air
PDV10
PDV05
D
Pressure
0
V130
TS-S01
0
Vent
Light
TS-S09
0
PAV62
Black Steam
PAV63
PAV125
Chilled Water OUT
P_02
T 'C
pH
RPM
W kg
0
Tare
Tare reset
Chilled Water IN
PAV65
Chilled Water OUT
Black Steam
PAV66
PAV126
Chilled Water IN
PAV128
PAV127
D11
TS-S08
MIXER
PDV21
PDV22
PDV23
C2
TS-S10
CIP LINE
P_CIP
PDV32
PDV38
PDV39
Conductivity-S12
TS-S11
PDV29
PAV35
PAV34
PDV27
PDV28
AntiFoam (V77)
Spare (V83)
Acid (V37)
Alkaline (V89)
Pressure
PDV11
Light
Vent
TS-S22
PAV70
Black Steam
PAV71
PAV121
Chilled Water OUT
P_01
Chilled Water IN
PAV75
Chilled Water OUT
Black Steam
PAV74
PAV122
Chilled Water IN
PAV124
V123
D11
TS-S21
MIXER
PDV42
PDV14
C3
PDV47
HARVEST-->
PAV129
C10
PDV15
PDV120
PDV119
PDV33
PAV48
Chilled Water OUT
Chilled Water IN
PDV49
PDV12
PDV50
PDV51
PDV13
C1
C2
C3
C4
C5
C10
TS-S23
0
Process Air
PAV56
C5
PAV57
PAV59
D3
PAV55
PAV54
PAV58
C1
PDV43
0
TS-S32
0
TS-S24
AntiFoam
OFF
AntiFoam
C
V78
V76
V77
V79
TS-S25
0
Acid
OFF
Acid
C
V84
V82
V83
V85
TS-S26
0
Spare
OFF
Spare
C
V36
V52
V37
V53
TS-S28
0
Alkaline
OFF
Alkaline
C
V90
V88
V89
V91
TS-S27
0
pH Calibrating
Stop

POOYA

Presented by :

Arash Rahmani

# Thank You

for your time
and attention


+98 912 135 4951

+98 21 7621 5928

www.pooyapharmaeng.com

A-Rahmani@pooyapharmaeng.com