

# Relatório da implementação do método Gradiente

## Lógica Nebulosa

Aluno: Fábio Silva do Couto

Comparativamente com os demais modelos, o modelo gerado através do método gradiente se comportou, de um modo geral, como o segundo melhor modelo Fuzzy a resolver o problema de estacionamento do caminhão.

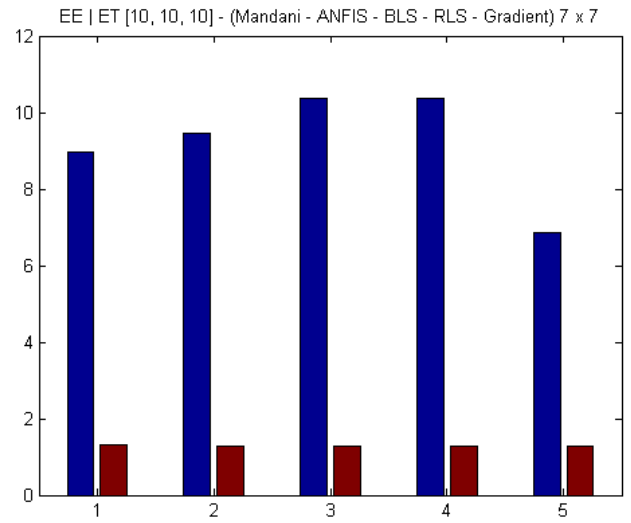
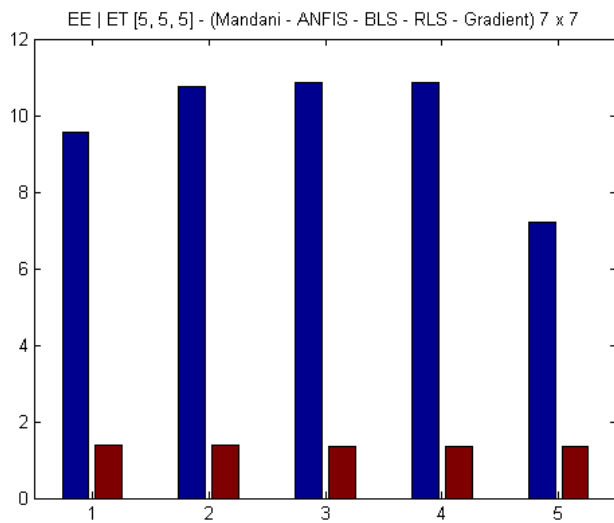
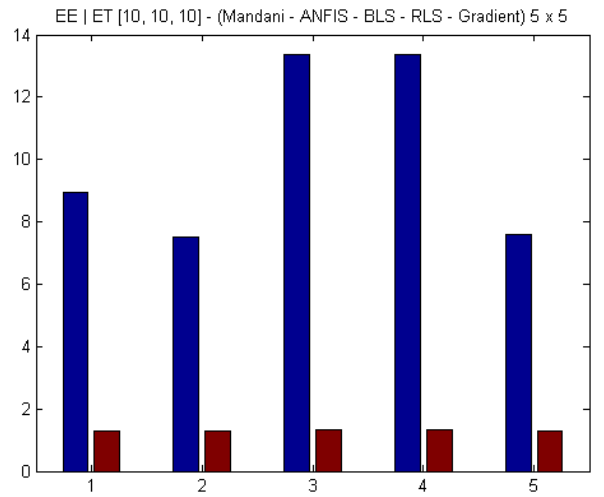
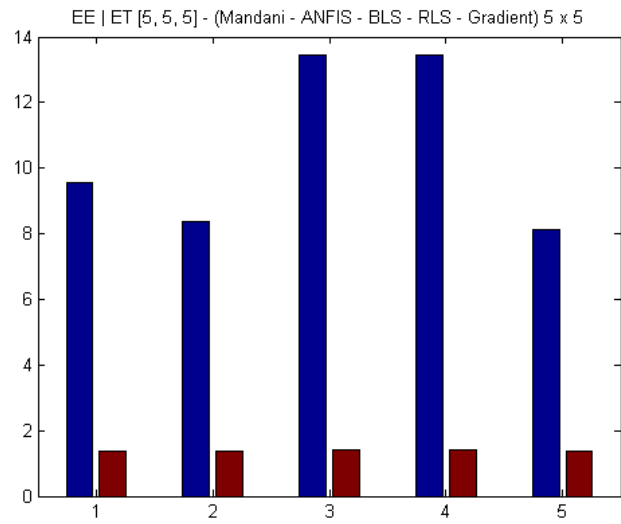
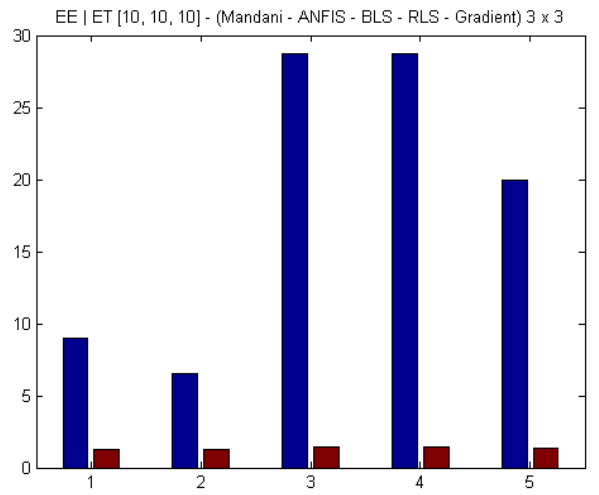
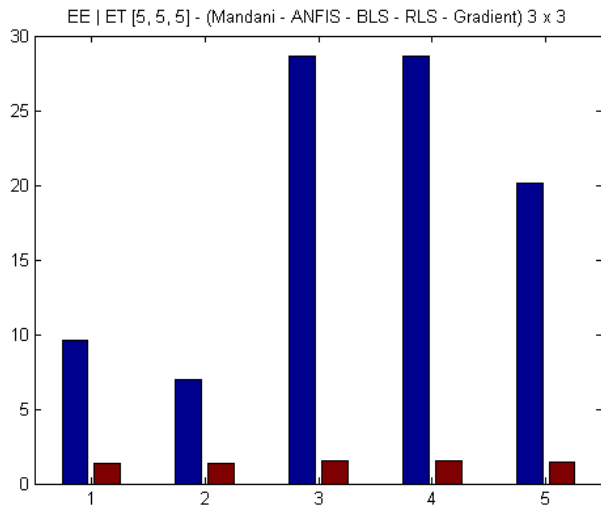
As simulações foram realizadas para 3 combinações de MF's: 3x3, 5x5 e 7x7, além de 2 combinações de intervalos de divisão dos universos de discurso das variáveis X, Y e Phi: 5, 5, 5 e 10, 10, 10, respectivamente.

Como é possível observar nos gráficos da página 2, a medida de erro de trajetória se manteve constante para as diversas condições dos testes. Já a medida de erro do estacionamento apresentou melhoras no modelo Gradiente, em relação aos modelos BLS, RLS e Mandani, em todas as simulações.

Outro dado interessante de se comparar são os arquivos FIS gerados após os diversos treinamentos, que nos mostra que os antecedentes do modelo Gradiente também são atualizados, enquanto os modelos BLS e RLS só realizam o passo forward.

O melhor modelo apresentado ainda foi o ANFIS, tendo em vista que os antecedentes das regras do modelo gerado pelo método Gradiente são de primeira ordem.

O método Gradiente se mostrou bastante flexível, sendo uma extensão do método RLS, com o acréscimo do passo backward, onde os antecedentes são atualizados após cada iteração. Dois pontos importantes que foram observados após a implementação do método são a condição de parada das iterações, que pode influenciar no tempo de execução do algoritmo, possivelmente tornando-o inviável; o parâmetro  $\lambda$ , que define a velocidade para andar nas iterações (foi assumido  $\lambda = 1$  para todos os efeitos); e os valores iniciais dos parâmetros das MF's de entrada e saída, que caso não sigam as regras de implementação sugeridas pelo livro do Passino, não convergem para uma solução.



## MANDANI

```
[Input1]
Name='Posicao_c'
Range=[0 100]
NumMFs=5
MF1='LE': 'trimf', [0 0 10 35]
MF2='LC': 'trimf', [30 40 50]
MF3='CE': 'trimf', [45 50 55]
MF4='RC': 'trimf', [50 60 70]
MF5='RI': 'trapmf', [65 90 100 100]

[Input2]
Name='Angulo_c'
Range=[-105 285]
NumMFs=7
MF1='RB': 'trimf', [-105 -45 15]
MF2='RU': 'trimf', [-15 30 60]
MF3='RV': 'trimf', [45 67 90]
MF4='VE': 'trimf', [75 90 105]
MF5='LV': 'trimf', [90 112 135]
MF6='LU': 'trimf', [120 150 195]
MF7='LB': 'trimf', [165 225 285]

[Output1]
Name='Angulo_v'
Range=[-30 30]
NumMFs=7
MF1='NB': 'trimf', [-30 -30 -15]
MF2='NM': 'trimf', [-25 -15 -5]
MF3='NS': 'trimf', [-10 -5 0]
MF4='ZE': 'trimf', [-5 0 5]
MF5='PS': 'trimf', [0 5 10]
MF6='PM': 'trimf', [5 15 25]
MF7='PB': 'trimf', [15 30 30]
```

## ANFIS

```
[Input1]
Name='input1'
Range=[1 99]
NumMFs=7
MF1='inlmf1': 'gbellmf', [8.1673526176015 1.99887511815884 1.00048076107358]
MF2='inlmf2': 'gbellmf', [8.168089557967 1.99615763083036 17.3345304184089]
MF3='inlmf3': 'gbellmf', [8.19477718872526 1.98082146021709 33.6918347942268]
MF4='inlmf4': 'gbellmf', [8.15773042051864 1.96480386817085 50.0003386447104]
MF5='inlmf5': 'gbellmf', [8.18509155425129 1.98792094790418 66.2978932733499]
MF6='inlmf6': 'gbellmf', [8.17180579255206 1.99989242706088 82.6593111945634]
MF7='inlmf7': 'gbellmf', [8.16863926781066 1.9971653343613 98.9985979319641]

[Input2]
Name='input2'
Range=[-104 284]
NumMFs=7
MF1='in2mf1': 'gbellmf', [32.3333718764516 1.99862184015635 -104.000004111261]
MF2='in2mf2': 'gbellmf', [32.3339074666004 1.99152850485257 -39.333106263927]
MF3='in2mf3': 'gbellmf', [32.3480076737863 1.95404217689954 25.3451659263996]
MF4='in2mf4': 'gbellmf', [32.331744409269 1.97357261577652 90.0068719360023]
MF5='in2mf5': 'gbellmf', [32.327505148447 2.02162319589573 154.667343962335]
MF6='in2mf6': 'gbellmf', [32.3340005279445 2.00716208987147 219.332220949013]
MF7='in2mf7': 'gbellmf', [32.3331925017211 2.00028378105411 284.000125476268]

[Output1]
Name='output'
Range=[-25.1925291828794 25.1692422791477]
NumMFs=49
MF1='outlmf1': 'linear', [-0.0282151546257985 -0.0555625288458777 -0.41424670891228]
MF2='outlmf2': 'linear', [2.97079793079895 0.121870348390658 11.86670946017]
MF3='outlmf3': 'linear', [-1.19894393564299 0.391789657423181 -10.8954963174788]
MF4='outlmf4': 'linear', [2.83586117214838 -0.419626840965904 15.802590481568]
MF5='outlmf5': 'linear', [0.109031535993674 -0.158681568948202 -0.167512740871113]
MF6='outlmf6': 'linear', [-0.970367709148031 -0.0918515748132811 -3.71702234625535]
MF7='outlmf7': 'linear', [0.178304921786297 -0.0810824300099056 0.644952877208303]
MF8='outlmf8': 'linear', [-0.245466650735314 -0.0800781796289983 0.0587571764192456]
MF9='outlmf9': 'linear', [0.529110321276619 0.124813953651207 -1.79745229825801]
MF10='outlmf10': 'linear', [-0.736716996032973 0.391806648115918 1.17900560371915]
MF11='outlmf11': 'linear', [0.652234669189554 -0.390113545990211 -1.9944855767694]
MF12='outlmf12': 'linear', [-0.0172094546121241 -0.162714589192436 0.123106356851348]
MF13='outlmf13': 'linear', [-0.351331295027528 -0.0795639231787534 0.206119466213654]
MF14='outlmf14': 'linear', [0.0144786175460011 -0.0813019494904972 -0.0364588161565439]
MF15='outlmf15': 'linear', [-0.0946196902974698 -0.173452708701054 -0.761413080188277]
MF16='outlmf16': 'linear', [0.0910538148622908 0.161640670216158 26.6569376730089]
MF17='outlmf17': 'linear', [0.0243575727696389 0.850368926559578 -6.55288575186826]
MF18='outlmf18': 'linear', [-0.36353759023025 -0.322120971303639 20.7405869158238]
MF19='outlmf19': 'linear', [-0.485054293195083 -0.0249049662657087 -2.09665716071084]
MF20='outlmf20': 'linear', [-0.473682108704282 -0.0358093888832911 -0.0431365403347279]
MF21='outlmf21': 'linear', [-0.133514780459937 -0.0622657173402494 0.0150875688207393]
MF22='outlmf22': 'linear', [0.669490007262425 0.164479446763491 1.70134380359293]
MF23='outlmf23': 'linear', [1.15556604419021 -0.288260543244904 -59.5959662829913]
```

## BLS

```
[Input1]
Name='input1'
Range=[1 99]
NumMFs=7
MF1='in1mf1': 'gbellmf', [8.16666666666667 2 1]
MF2='in1mf2': 'gbellmf', [8.16666666666667 2 17.3333]
MF3='in1mf3': 'gbellmf', [8.16666666666667 2 33.6666]
MF4='in1mf4': 'gbellmf', [8.16666666666667 2 50]
MF5='in1mf5': 'gbellmf', [8.16666666666667 2 66.3333]
MF6='in1mf6': 'gbellmf', [8.16666666666667 2 82.6666]
MF7='in1mf7': 'gbellmf', [8.16666666666667 2 99]

[Input2]
Name='input2'
Range=[-104 284]
NumMFs=7
MF1='in2mf1': 'gbellmf', [32.3333333333333 2 -104]
MF2='in2mf2': 'gbellmf', [32.3333333333333 2 -39.3333]
MF3='in2mf3': 'gbellmf', [32.3333333333333 2 25.3333]
MF4='in2mf4': 'gbellmf', [32.3333333333333 2 90]
MF5='in2mf5': 'gbellmf', [32.3333333333333 2 154.6666]
MF6='in2mf6': 'gbellmf', [32.3333333333333 2 219.3333]
MF7='in2mf7': 'gbellmf', [32.3333333333333 2 284]

[Output1]
Name='output'
Range=[-25.1925291828794 25.1692422791477]
NumMFs=49
MF1='out1mf1': 'linear', [0 0 5.23302707135946]
MF2='out1mf2': 'linear', [0 0 5.72814836515787]
MF3='out1mf3': 'linear', [0 0 3.01463033893249]
MF4='out1mf4': 'linear', [0 0 -16.1529731693032]
MF5='out1mf5': 'linear', [0 0 -27.6641872550646]
MF6='out1mf6': 'linear', [0 0 -24.6394493127488]
MF7='out1mf7': 'linear', [0 0 -22.886897405928]
MF8='out1mf8': 'linear', [0 0 3.86703666574394]
MF9='out1mf9': 'linear', [0 0 4.1359000484863]
MF10='out1mf10': 'linear', [0 0 0.0790247884257127]
MF11='out1mf11': 'linear', [0 0 -15.4542332395174]
MF12='out1mf12': 'linear', [0 0 -26.6784675315301]
MF13='out1mf13': 'linear', [0 0 -24.3474801256362]
MF14='out1mf14': 'linear', [0 0 -22.69335886169]
MF15='out1mf15': 'linear', [0 0 11.8446999958621]
MF16='out1mf16': 'linear', [0 0 13.6318185318357]
MF17='out1mf17': 'linear', [0 0 17.0368540841933]
MF18='out1mf18': 'linear', [0 0 -17.8794344125105]
MF19='out1mf19': 'linear', [0 0 -28.9326204991869]
MF20='out1mf20': 'linear', [0 0 -24.6948589378319]
MF21='out1mf21': 'linear', [0 0 -23.7854247960257]
MF22='out1mf22': 'linear', [0 0 19.3886512821932]
MF23='out1mf23': 'linear', [0 0 19.7451320603848]
MF24='out1mf24': 'linear', [0 0 22.6959867257655]
MF25='out1mf25': 'linear', [0 0 -2.41721320802384]
MF26='out1mf26': 'linear', [0 0 -16.9422495255656]
MF27='out1mf27': 'linear', [0 0 -20.6364018845708]
MF28='out1mf28': 'linear', [0 0 -19.2307437016727]
MF29='out1mf29': 'linear', [0 0 23.693987040278]
MF30='out1mf30': 'linear', [0 0 25.2057634281768]
MF31='out1mf31': 'linear', [0 0 26.0457892261949]
MF32='out1mf32': 'linear', [0 0 13.3062955238195]
MF33='out1mf33': 'linear', [0 0 -1.99889689866048]
MF34='out1mf34': 'linear', [0 0 -16.0314287791115]
MF35='out1mf35': 'linear', [0 0 -11.4195735165241]
```

## RLS

```
[Input1]
Name='input1'
Range=[1 99]
NumMFs=7
MF1='in1mf1': 'gbellmf', [8.16666666666667 2 1]
MF2='in1mf2': 'gbellmf', [8.16666666666667 2 17.3333]
MF3='in1mf3': 'gbellmf', [8.16666666666667 2 33.6666]
MF4='in1mf4': 'gbellmf', [8.16666666666667 2 50]
MF5='in1mf5': 'gbellmf', [8.16666666666667 2 66.3333]
MF6='in1mf6': 'gbellmf', [8.16666666666667 2 82.6666]
MF7='in1mf7': 'gbellmf', [8.16666666666667 2 99]

[Input2]
Name='input2'
Range=[-104 284]
NumMFs=7
MF1='in2mf1': 'gbellmf', [32.3333333333333 2 -104]
MF2='in2mf2': 'gbellmf', [32.3333333333333 2 -39.3333]
MF3='in2mf3': 'gbellmf', [32.3333333333333 2 25.3333]
MF4='in2mf4': 'gbellmf', [32.3333333333333 2 90]
MF5='in2mf5': 'gbellmf', [32.3333333333333 2 154.6666]
MF6='in2mf6': 'gbellmf', [32.3333333333333 2 219.3333]
MF7='in2mf7': 'gbellmf', [32.3333333333333 2 284]

[Output1]
Name='output'
Range=[-25.1925291828794 25.1692422791477]
NumMFs=49
MF1='out1mf1': 'linear', [0 0 5.23277860942799]
MF2='out1mf2': 'linear', [0 0 5.72799407438774]
MF3='out1mf3': 'linear', [0 0 3.01430118451717]
MF4='out1mf4': 'linear', [0 0 -16.1524801692762]
MF5='out1mf5': 'linear', [0 0 -27.6629859461511]
MF6='out1mf6': 'linear', [0 0 -24.6388917640829]
MF7='out1mf7': 'linear', [0 0 -22.8859051532609]
MF8='out1mf8': 'linear', [0 0 3.86703796787989]
MF9='out1mf9': 'linear', [0 0 4.13586712333021]
MF10='out1mf10': 'linear', [0 0 0.0792296012582493]
MF11='out1mf11': 'linear', [0 0 -15.4540987662295]
MF12='out1mf12': 'linear', [0 0 -26.6778852733453]
MF13='out1mf13': 'linear', [0 0 -24.3471784851096]
MF14='out1mf14': 'linear', [0 0 -22.6928498974795]
MF15='out1mf15': 'linear', [0 0 11.8442252156406]
MF16='out1mf16': 'linear', [0 0 13.6315793334824]
MF17='out1mf17': 'linear', [0 0 17.035750615432]
MF18='out1mf18': 'linear', [0 0 -17.8786615166762]
MF19='out1mf19': 'linear', [0 0 -28.9314255338146]
MF20='out1mf20': 'linear', [0 0 -24.6943652216607]
MF21='out1mf21': 'linear', [0 0 -23.7844463729166]
MF22='out1mf22': 'linear', [0 0 19.3881440801365]
MF23='out1mf23': 'linear', [0 0 19.7449167734382]
MF24='out1mf24': 'linear', [0 0 22.6953426625275]
MF25='out1mf25': 'linear', [0 0 -2.41712091498641]
MF26='out1mf26': 'linear', [0 0 -16.9418137223891]
MF27='out1mf27': 'linear', [0 0 -20.6361272806474]
MF28='out1mf28': 'linear', [0 0 -19.2302523074256]
MF29='out1mf29': 'linear', [0 0 23.6930328806136]
MF30='out1mf30': 'linear', [0 0 25.2051888816266]
MF31='out1mf31': 'linear', [0 0 26.0447917792068]
MF32='out1mf32': 'linear', [0 0 13.3059090454561]
MF33='out1mf33': 'linear', [0 0 -1.99892281828813]
MF34='out1mf34': 'linear', [0 0 -16.030840509174]
MF35='out1mf35': 'linear', [0 0 -11.4191946330507]
```

# Gradient

```
[Input1]
Name='input1'
Range=[1 99]
NumMFs=7
MF1='in1mf1':'gaussmf',[7.17066452525646 2.58783337141978]
MF2='in1mf2':'gaussmf',[7.03562162117772 17.8024021361159]
MF3='in1mf3':'gaussmf',[7.20872819835469 35.2899965528531]
MF4='in1mf4':'gaussmf',[7.29870260961442 52.0531173824361]
MF5='in1mf5':'gaussmf',[6.09657345679439 60.2937926444389]
MF6='in1mf6':'gaussmf',[6.98171439169364 82.5442379167316]
MF7='in1mf7':'gaussmf',[6.88152925079691 98.515015240565]

[Input2]
Name='input2'
Range=[-104 284]
NumMFs=7
MF1='in2mf1':'gaussmf',[27.4676159734405 -103.829437830918]
MF2='in2mf2':'gaussmf',[27.4725773710889 -39.0265218145382]
MF3='in2mf3':'gaussmf',[27.8050867403237 34.8231347386573]
MF4='in2mf4':'gaussmf',[27.5658445654358 92.8673792292679]
MF5='in2mf5':'gaussmf',[27.1290987342434 145.588665252788]
MF6='in2mf6':'gaussmf',[27.4637883844648 219.398675486934]
MF7='in2mf7':'gaussmf',[27.4582830409136 283.914263711549]

[Output1]
Name='output'
Range=[-25.1925291828794 25.1692422791477]
NumMFs=49
MF1='out1mf1':'linear',[0 0 5.25217620192431]
MF2='out1mf2':'linear',[0 0 5.86638149441077]
MF3='out1mf3':'linear',[0 0 3.46040215168855]
MF4='out1mf4':'linear',[0 0 -18.0448971077563]
MF5='out1mf5':'linear',[0 0 -26.7049607542651]
MF6='out1mf6':'linear',[0 0 -24.8416354773368]
MF7='out1mf7':'linear',[0 0 -22.8300424369331]
MF8='out1mf8':'linear',[0 0 3.22762232569486]
MF9='out1mf9':'linear',[0 0 3.46401080863912]
MF10='out1mf10':'linear',[0 0 0.373072711292355]
MF11='out1mf11':'linear',[0 0 -16.3596755476519]
MF12='out1mf12':'linear',[0 0 -25.8373197879906]
MF13='out1mf13':'linear',[0 0 -24.2123331427573]
MF14='out1mf14':'linear',[0 0 -22.6009096528816]
MF15='out1mf15':'linear',[0 0 12.915279092971]
MF16='out1mf16':'linear',[0 0 13.5970062088872]
MF17='out1mf17':'linear',[0 0 16.8288742737271]
MF18='out1mf18':'linear',[0 0 -21.2737225472893]
MF19='out1mf19':'linear',[0 0 -28.3934724156818]
MF20='out1mf20':'linear',[0 0 -25.3576851016503]
MF21='out1mf21':'linear',[0 0 -23.8846822904174]
MF22='out1mf22':'linear',[0 0 21.7752609912988]
MF23='out1mf23':'linear',[0 0 21.7745711721201]
MF24='out1mf24':'linear',[0 0 24.6022307902557]
MF25='out1mf25':'linear',[0 0 -0.84572018165445]
MF26='out1mf26':'linear',[0 0 -14.6795380713404]
MF27='out1mf27':'linear',[0 0 -20.0785876191337]
MF28='out1mf28':'linear',[0 0 -19.1302200461508]
MF29='out1mf29':'linear',[0 0 24.8595480694567]
MF30='out1mf30':'linear',[0 0 26.7381294619334]
MF31='out1mf31':'linear',[0 0 27.9912976374126]
MF32='out1mf32':'linear',[0 0 16.6584604743367]
MF33='out1mf33':'linear',[0 0 0.968993223597697]
MF34='out1mf34':'linear',[0 0 -16.55692251765]
MF35='out1mf35':'linear',[0 0 -11.4685029522062]
MF36='out1mf36':'linear',[0 0 22.9478442566157]
MF37='out1mf37':'linear',[0 0 23.9400093405513]
MF38='out1mf38':'linear',[0 0 27.9246639560105]
MF39='out1mf39':'linear',[0 0 12.5597199764982]
MF40='out1mf40':'linear',[0 0 3.79173754775719]
MF41='out1mf41':'linear',[0 0 -5.6642713312681]
MF42='out1mf42':'linear',[0 0 -4.70766581524629]
MF43='out1mf43':'linear',[0 0 22.9311601615833]
MF44='out1mf44':'linear',[0 0 24.1535715608627]
MF45='out1mf45':'linear',[0 0 28.3937268543019]
MF46='out1mf46':'linear',[0 0 13.6088618850268]
MF47='out1mf47':'linear',[0 0 3.46933979009985]
MF48='out1mf48':'linear',[0 0 -5.9332215039802]
MF49='out1mf49':'linear',[0 0 -5.01307055626268]
```

MANDANI  
ANFIS  
BLS  
RLS  
GRADIENT

