



Universidade do Minho

Departamento de Produção e Sistemas

Balanceamento de Linhas de Produção

2016 / 2017

Trabalho feito por: David Alves A79625

Joel Santos A78589

Introdução

Com a elaboração deste projeto poderemos saber qual a melhor forma, ou seja a mais rentável, de organizar as várias funções das linhas de montagem de uma empresa para o fabrico de determinado produto, neste caso "XCAR420c". Para isso iremos usar vários modelos em GMPL, cada um com uma diferente função objetivo, para o primeiro modelo, o objetivo é, Minimizar " $T_{max} = \max(T_i)$ ", para o segundo modelo, "Maximizar $DT = \max(T_i) - \min(T_i)$ ", para o terceiro modelo o objetivo é, "Minimizar Numero de trocas de operadores", modelos estes que se encontram anexados a este projeto. Depois disto ainda teremos a oportunidade de ver a tabela, também esta anexada a este projeto, na qual se poderá observar a organização dos dados obtidos após a execução dos modelos no Neos-Server.

Fase I – Problema de Afetação Generalizado- Operações a Operadores

Nesta fase pretende-se que seja efetuada a atribuição de operações aos operadores de tal modo que uma operação é atribuída um único operador, e será realizada num posto de trabalho.

1º modelo

Minimizar $T_{max} = \max(T_i)$

Objective Function		300a)	300b)	435a)	435b)	500a)	500b)
Minimize T_{max}	Metrics for instance						
	TCT	82,26	82,26	56,7	56,7	49,4	49,4
	N_Colab	7	7	10	10	11	11
	TackTime (ShiftTime/NumberDivices)	91,4	91,4	63,0	63,0	54,8	54,8
	Metrics for Operators	N					
	var TPC(k in K)						
	max	72,1	72,1	50,5	50,5	45,9	46
	average	72,07	72,07	50,45	50,45	45,86	45,88
	min	72	72	50,3	50,3	45,7	45,1
	count_numberOperations_perOperator						
	max	24	29	20	21	16	21
	average	20,71	20,71	14,5	16,14	13,18	14,85
	min	11	16	10	7	11	9
	Count_numberWorkStations_perOperator						
	max	11	11	10	12	10	8
	average	9,28	7,85	7,3	8	8,23	5,45
	min	8	5	3	5	7	3
	Metrics for WorkStation						
	Count_numberOperators_perWorkStation						
	max	7	7	10	10	11	11
	average	3	2,5	3,63	3,68	4,09	2,68
	min	1	0	1	1	0	0
	Metrics for ProductionCell						
	Count_number_ChangesOperatorsInTheSequence	128	130	125	130	133	127

De acordo com os resultados obtidos nesta tabela verifica-se que:

O TCT (Target Cycle Time, intervalo de tempo (em segundos) que resulta do efeito do OEE sobre o Takt-Time) varia entre 49,4 segundos e 82,26 segundos.

O número de colaboradores é de 7(para 300 a e b), 10(para 435 a e b), 11(para 500 a e b).

O Takt-Time (tempo de espera por número de dispositivos) varia de 54,8 segundos a 91,4 segundos.

Quanto às métricas dos operadores:

O TPC varia entre 72,1 segundos e 45,1 segundos.

Em relação ao numero de operações por operador, estas variam de 29 operações a 7 operações.

Quanto ao numero de postos por operador estes variam de 12 postos a 3 postos.

Métricas dos postos:

O número de operadores por posto estes varia entre 11 operadores e 0 operadores.

Por fim observa-se que o nº de trocas entre operadores varia entre 125 e 135. Em relação aos outros modelos pode-se fazer o mesmo tipo de análise.

2º modelo

Maximizar $DT = \text{Max}(Ti) - \text{Min}(Ti)$

		300a)	300b)	435a)	435b)	500a)	500b)
Maximize Dif(PCT-min[TPC(k in K)])	Metrics for instance						
	PCT	82,26	82,26	56,7	56,7	49,4	49,4
	N_Colab	7	7	10	10	11	11
	TackTime (ShiftTime/NumberDivices)	91,4	91,4	63,0	63,0	54,8	54,8
	Metrics for Operators						
	var TPC(k in K) max	78,1	78,1	53,8	53,8	46,8	46,8
	average	71,067	71,067	50,45	50,45	45,86	45,86
	min	35,9	35,9	20,3	20,3	36,5	36,5
	count_numberOperations_perOperator max	37	37	28	29	26	21
	average	20,71	20,71	14,5	14,5	13,18	13,18
	min	6	5	4	7	6	5
	Count_numberWorkStations_perOperator max	12	13	12	12	10	13
	average	8,71	9,57	6,7	7,2	7,4	7,1
	min	6	5	3	4	4	3
	Metrics for WorkStation						
	Count_numberOperators_perWorkStation max	7	7	9	10	11	8
	average	2,95	3,18	3,04	3,27	3,63	4,68
	min	0	1	0	1	0	1
	Metrics for ProductionCell						
	Count_number_ChangesOperatorsInTheSequence	121	113	124	132	125	132

3º modelo

Minimizar Numero de trocas de operadores. Considera-se que há uma troca de operador quando a operação(i) e a operação(i+1) são executadas por operadores diferentes.

		300a)	300b)	435a)	435b)	500a)	500b)
Minimization number_ChangesOperations	Metrics for instance						
	PCT	82,26	82,26	56,7	56,7	49,4	49,4
	N_Colab	7	7	10	10	11	11
	TackTime (ShiftTime/NumberDivices)	91,4	91,4	63,0	63,0	54,8	54,8
	Metrics for Operators						
	var TPC(k in K) max	78	77,4	53,8	53,8	53,8	46,8
	average	72,07	72,07	50,45	50,45	45,86	45,86
	min	63,9	60	41,5	38,3	44,7	43,7
	count_numberOperations_perOperator max	27	25	18	26	18	19
	average	20,71	20,71	14,5	14,5	13,18	13,09
	min	15	17	11	11	9	9
	Count_numberWorkStations_perOperator max	12	11	12	10	10	12
	average	10	9,86	8,9	8	7,18	7,9
	min	8	9	5	6	4	5
	Metrics for WorkStation						
	Count_numberOperators_perWorkStation max	7	7	10	10	11	11
	average	3,13	3,16	4,13	4,18	3,54	3,95
	min	1	1	1	1	0	1
	Metrics for ProductionCell						
	Count_number_ChangesOperatorsInTheSequence	6	6	9	10	12	15

Fase II – Problema de Afetação Generalizado-Operações, Postos de Trabalho e Operadores

Na Fase II pretende-se estudar o mesmo problema de afetação de operações na linha de montagem aos operadores, considerando que é necessário respeitar a ordem das operações e os postos onde são executadas.

4º modelo

Minimizar $T_{max} = \max(T_i)$

Minimize Tmax	Metrics for instance						
	TCT	82,26	82,26	56,7	56,7	49,4	49,4
	N_Colab	7	7	10	10	11	11
	TackTime (ShiftTime/NumberDivices)	91,4	91,4	63,0	63,0	54,8	54,8
	Metrics for Operators						
	var TPC[k in K]						
	max	72,1	72,1	50,5	50,5	45,9	46
	average	72,07	72,07	50,45	50,45	45,86	45,88
	min	72	72	50,3	50,3	45,7	45,1
	count_numberOperations_perOperator						
	max	25	37	21	21	37	35
	average	20,71	20,71	14,5	14,5	13,18	13,18
	min	14	15	8	7	8	7
	Count_numberWorkStations_perOperator						
	max	15	17	11	14	13	16
	average	12,71	13,29	9,2	9,9	9	9,36
	min	10	11	5	5	6	5
	Metrics for WorkStation						
	Count_numberOperators_perWorkStation						
	max	7	8	7	7	9	8
	average	3,95	4,22	4,18	4,41	4,45	4,77
	min	1	1	1	1	1	1
	Metrics for ProductionCell						
	Count_number_ChangesOperatorsInTheSequence	115	128	128	127	123	130

5º modelo

Maximizar $DT = \max(T_i) - \min(T_i)$

Maximize Diff(PCT-min[TPC[k in K]])	Metrics for instance						
	TCT	82,26	82,26	56,7	56,7	49,4	49,4
	N_Colab	7	7	10	10	11	11
	TackTime (ShiftTime/NumberDivices)	91,4	91,4	63,0	63,0	54,8	54,8
	Metrics for Operators						
	var TPC[k in K]						
	max	78,1	78,1	53,8	53,8	46,88	46,88
	average	72,07	72,07	50,45	50,45	45,86	45,86
	min	35,9	35,9	20,3	20,3	36,5	36,5
	count_numberOperations_perOperator						
	max	43	51	34	30	22	22
	average	20,71	20,71	14,5	14,5	13,18	13,18
	min	10	4	3	5	6	7
	Count_numberWorkStations_perOperator						
	max	18	15	14	13	12	12
	average	12,14	10,86	9	9,1	9	9,36
	min	8	4	2	5	6	6
	Metrics for WorkStation						
	Count_numberOperators_perWorkStation						
	max	7	6	8	7	7	8
	average	3,9	3,45	4,09	4,13	4,5	4,68
	min	1	1	1	1	1	1
	Metrics for ProductionCell						
	Count_number_ChangesOperatorsInTheSequence	123	109	120	127	130	129

6º modelo

Minimizar Numero de trocas de operadores. Considera-se que há uma troca de operador quando a operação(i) e a operação(i+1) são executadas por operadores diferentes.

Minimization number_ChangesOperations		2020/1	2020/2	2020/3	2020/4	2020/5	2020/6
Metrics for instance							
	TCT	82,26	82,26	56,7	56,7	49,4	49,4
	N_Colab	7	7	10	10	11	11
	TackTime (ShiftTime/NumberDivices)	91,4	91,4	63,0	63,0	54,8	54,8
Metrics for Operators							
var TPC[k in K]	max	78,1	78,1	53,8	53,8	46,7	46,7
	average	72,07	72,07	50,45	50,45	45,86	45,86
	min	66,5	66,5	41,5	45,1	43,7	43,7
count_numberOperations_perOperator	max	28	25	37	31	43	39
	average	20,71	20,71	16,11	16,11	16,11	16,11
	min	15	15	10	11	9	10
Count_numberWorkStations_perOperator	max	6	7	7	5	9	8
	average	4	3,85	3,77	3,22	3,88	3,55
	min	3	2	2	2	2	2
Metrics for WorkStation							
Count_numberOperators_perWorkStation	max	2	2	3	2	4	3
	average	1,22	1,27	1,5	1,31	2,83	1,4
	min	1	1	1	1	1	1
Metrics for ProductionCell							
	Count_number_ChangesOperatorsInTheSequence	6	6	9	10	15	13

Conclusão

Com este projeto pudemos experienciar de uma forma muito mais prática aqueles conhecimentos que adquirimos nas aulas teóricas, verificámos também que a programação em AMPL pode ser muito útil não só para aplicações práticas no dia-a-dia como também na gestão empresarial.

Vimos como programar determinar modelo para que ele corresponde às exigências, e por ainda acrescentamos que foi uma experiencia além instrutiva e apelativa, de certo que foi nos muito útil para aplicações futuras.