



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Progetto integrativo per il corso di Ricerca Operativa

Mix ottimo di produzione per una ditta
di chitarre

Università degli Studi di Padova

DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "TULLIO LEVI-CIVITA"

CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA

Enrico Buratto

1142644

Indice

1	Abstract	2
2	Problema	3
3	Risoluzione del problema	5
3.1	Impostazione del problema	5
3.2	Modello matematico	6
4	Risoluzione con il software AMPL	7

1 Abstract

Il problema che segue consiste in un classico problema di mix ottimo di produzione. Attraverso la modellazione matematica si vuole decidere il piano di produzione di una ditta di strumenti musicali, nello specifico chitarre e bassi, al fine di massimizzare il guadagno complessivo annuale dato dalla vendita di suddetti strumenti. In un primo momento verrà definito il testo del problema, comprendente tutti i dati riguardanti i costi di produzione, la richiesta da parte del mercato, eventuali condizioni di cui l'azienda deve tener conto (e.g. la quantità massima di manodopera). Successivamente verrà creato un modello per il problema tramite la *programmazione lineare* che, una volta trasposto nel linguaggio di programmazione *AMPL*, porterà alla determinazione del guadagno complessivo massimo per l'azienda e quindi al piano di produzione che la ditta dovrà seguire per ottenere tale guadagno.

2 Problema

La ditta C & B co. produce chitarre e bassi partendo da un set di componenti prestabiliti e assemblandoli insieme per produrre gli strumenti.

Ogni componente esiste in due versioni: per chitarra e per basso; nonostante abbiano lo stesso nome, infatti, non si possono montare i componenti per chitarra su un basso e viceversa, tranne in alcuni casi specificati in seguito. Nella seguente tabella sono indicati nello specifico i componenti, i rispettivi prezzi e, per questioni di mercato, il numero massimo di ognuno che può essere acquistato dall'azienda in un anno.

	Chitarra		Basso	
	Quantità acquistabile	Prezzo (€/pezzo)	Quantità acquistabile	Prezzo (€/pezzo)
Chiavette				
Capotasto				
Manico				
Tastiera				
Tasti				
Segnatasti				
Corpo				
Battipenna				
Ponte				
Pick-up				
Selettore pick-up				
Potenzimetri				
Jack d'uscita				
Truss-rod				

La ditta produce quattro modelli di chitarre e due modelli di basso. Ogni modello necessita di una determinata quantità di componenti per poter essere realizzato; i dati sono riassunti nelle seguenti tabelle:

Chitarre

	Chiav.	Cap.	Man.	Tastiere	Tasti	Segnat.	Corpi	Batt.	Ponti	P.-U.	Selett.	P.-U.	Pot.	Jack	T.-R.
LP	6	1	1	1	23	9	1	0	2	2	1		4	1	1
Strato	6	1	1	1	21	8	1	1	1	3	1		3	1	1
Tele	6	1	1	1	22	8	1	1	1	1	1		2	1	1
EDS	18	2	2	2	44	17	2	2	4	4	2		4	1	2

Bassi

	Chiav.	Cap.	Man.	Tastiere	Tasti	Segnat.	Corpi	Batt.	Ponti	P.-U.	Selett.	P.-U.	Pot.	Jack	T.-R.
Mustang	4	1	1	1	19	8	1	1	1	1	1		2	1	1
Thunderbird	5	1	1	1	21	9	1	1	1	2	1		3	1	1

Come già detto, esistono delle eccezioni: si può infatti usare un selettore pick-up per chitarra su un basso (e viceversa) aggiungendo un adattatore con costo aggiuntivo di 4€, e/o un potenziometro per chitarra su un basso (e viceversa) aggiungendo un modulatore con costo aggiuntivo di 7€.

I prezzi con cui gli strumenti vengono immessi sul mercato sono riportati nella seguente tabella:

Strumento	Prezzo di vendita(€)
LP	
Strato	
Tele	
EDS	
Mustang	
Thunderbird	

Per la produzione degli strumenti, l'azienda possiede tre stabilimenti produttivi A, B e C, ognuno con una quantità di ore di manodopera prestabilita; questa quantità è rispettivamente 4000, 5000 e 7000 ore. Ogni strumento può essere prodotto in ognuno dei tre stabilimenti, ma a causa della diversità di mezzi produttivi a disposizione il tempo per produrre un modello in uno stabilimento non è necessariamente lo stesso che si avrebbe in un altro stabilimento; in tabella sono riassunti questi dati.

Modello	Manodopera stab. A	Manodopera stab. B	Manodopera stab. C
LP			
Strato			
Tele			
EDS			
Mustang			
Thunderbird			

Gli strumenti, inoltre, possono essere modificati dalla ditta su richiesta del cliente. Ogni modifica ha lo stesso costo e lo stesso uso di manodopera per ogni modello in ogni stabilimento; il costo per modello, la quantità di manodopera e il ricavo per l'azienda sono di seguito riportati:

Modello	Costo modifica	Manodopera	Aumento di prezzo
LP			
Strato			
Tele			
EDS			
Mustang			
Thunderbird			

Si richiede di calcolare il mix ottimo di produzione dei vari strumenti, al fine di massimizzare il profitto dell'azienda.

3 Risoluzione del problema

3.1 Impostazione del problema

Per risolvere il problema si sono anzitutto definiti gli **insiemi**; questi sono:

$\mathbf{I} = \{1..6\}$ = tipi di strumenti. Gli indici sono numerici per questioni di leggibilità del modello e del successivo codice *ampl*. Essi corrispondono a:

1. LP;
2. Strato;
3. Tele;
4. EDS;
5. Mustang;
6. Thunderbird.

$\mathbf{J} = \{A, B, C\}$ = stabilimenti di produzione degli strumenti.

$\mathbf{K} = \{1..14\}$ = componenti degli strumenti. Anche in questo caso per questioni di leggibilità è stato assegnato a un numero a un componente nel modo seguente:

1. chiavette;
2. capotasto;
3. manico;
4. tastiera;
5. tasti;
6. segnatasti;
7. corpo;
8. battipenna;
9. ponte;
10. pick-up;
11. selettore pick-up;
12. potenziometri;
13. jack d'uscita;
14. truss-rod.

Successivamente sono stati definiti i **parametri**, i quali sono:

P_i = Prezzo di vendita dello strumento di tipo $i \in I$

C_i = Costo all'azienda dello strumento di tipo $i \in I$

Y_i = Numero di strumento di tipo $i \in I$ da modificare; questo viene deciso a priori, quindi non fa parte delle variabili decisionali

M_i = Guadagno per l'azienda proveniente dalla modifica di uno strumento di tipo $i \in I$

CM_i = Costo all'azienda per la modifica dello strumento di tipo $i \in I$

$ND_{k,i}$ = Numero di componenti di tipo $k \in K$ disponibili per strumento di tipo $i \in I$

$NN_{k,i}$ = Numero di componenti di tipo $k \in K$ necessarie per la costruzione di uno strumento di tipo $i \in I$

LM_j = Numero di ore di manodopera massime dello stabilimento $j \in J$

$L_{i,j}$ = Numero di ore di manodopera necessarie per produrre uno strumento $i \in I$ nello stabilimento $j \in J$

Le **variabili decisionali** sono quindi le seguenti:

$x_{i,j}$ = Numero di strumenti di tipo $i \in I$ prodotti nello stabilimento $j \in J$

y = Numero di adattatori per selettori Pick-Up utilizzati

z = Numero di modulatori per potenziometri utilizzati

3.2 Modello matematico

Essendo questo un problema di tipo *mix ottimo di produzione*, si richiede di massimizzare il guadagno complessivo per l'azienda andando a calcolare la corretta combinazione di tipologie di strumenti da produrre. Il modello è quindi:

$$\begin{array}{c} \text{Ricavo vendita strumenti} \quad \text{Costo strumenti} \quad \text{Guadagno da modifiche} \\ \overbrace{\sum_{i=1}^6 \sum_{j \in J} (R_i x_{i,j})} \quad - \overbrace{\sum_{i=1}^6 \sum_{j \in J} (C_i x_{i,j})} + \overbrace{\sum_{i=1}^6 \sum_{j \in J} (G_i x_{i,j})} \quad s.t. \end{array}$$

4 Risoluzione con il software AMPL