

# Título, sin ptos

Nombre Integrantes.

Universidad Técnica Federico Santa María  
Avenida España 1680, Valparaíso, Chile  
alumno.genérico@alumnos.usm.cl

## EVALUACIÓN

Resumen:	___/5
Palabras Claves:	___/5
Introducción:	___/5
Estado del Arte:	___/15
Modelo Matemático:	___/35
Experimentación:	___/15
Análisis de Resultados:	___/10
Conclusiones y Trabajo Futuro:	___/10
Referencias:	___/5
<b>Nota Final:</b>	___/105

**Resumen**—Resumen de su proyecto. Indicando a grandes rasgos que problema resolvieron, que hicieron, etc. Debe ser breve, no más de 8 o 9 líneas de extensión. (5 ptos.)

**Palabras Claves**—Palabras claves del proyecto, se puede considerar como si se usara un buscador, debería ser encontrado al usar esas palabras. Deber ser específico respecto al problema y maneras de resolver. (5 ptos.) Rehearsal scheduling problem ?

## I. INTRODUCCIÓN

En que consiste el problema, sobre que necesidad fue construido y comentarios generales. Preguntas claves: ¿En qué consiste mi problema?, ¿Cuales son sus orígenes?, ¿Qué se quiere solucionar?

Además, debe ser presentada una motivación (¿Por que es importante el problema?, ¿En qué contexto se busca la solución?) (5 ptos) .

“The Rehearsal Problem” trata la planificación de los ensayos para un concierto, el cual consiste de nueve piezas de música de diferentes duraciones, donde cada una involucra una combinación distinta de músicos. Estos músicos pueden llegar pueden llegar a los ensayos inmediatamente antes de que les toque ensayar, e irse inmediatamente después de participar en su última pieza. El fin del problema es diseñar un orden específico de las piezas musicales con el fin de minimizar el tiempo de espera de los músicos para tocar en su ensayo, en otras palabras el tiempo en el cual los ensayistas estan presentes pero no estan tocando.

## II. ESTADO DEL ARTE

Desarrollo del problema, mostrar sus componentes y que significa cada una de ellas, además comentar que tipo de técnicas se han implementado para solucionarlo, explicando sus ventajas y defectos, además comentar sobre problemas

similares o análogos. Preguntas claves: ¿Qué conceptos componen mi problema?, ¿Qué técnicas se han implementado?, ¿Cuales son sus ventajas y desventajas?, ¿Cuál es la importancia o que hace interesante el problema que estoy tratando?. En esta sección se incluye la gran mayoría de las referencias. Se recomienda realizar un barrido cronológico de como se ha tratado resolver el problema. (15 ptos)

## III. MODELO MATEMÁTICO O LP

### III-A. Formulación Estándar

A continuación se presenta una solución general al *Rehearsal Scheduling Problem* ocupando programación lineal entera. Este enfoque consiste en asignar las  $m$  piezas que conforman el ensayo (en donde participan  $p$  músicos) en una secuencia de  $n$  slots (casilleros) que minimicen el tiempo de espera. Se consideran los índices  $(i, j, k)$  de modo tal que

#### Indices:

$i \in \{1, \dots, m\} = \mathcal{I}$  índices de ensayos

$j \in \{1, \dots, n\} = \mathcal{J}$  índices de slots

$k \in \{1, \dots, p\} = \mathcal{K}$  índices de músicos

en donde  $n \geq m$ , pues se considera un slot por cada unidad de tiempo, esto es, deben haber tantos slots como unidades de tiempo total tome el ensayo completo. Los parámetros del problema son los siguientes

#### Parámetros:

$piezas_{ki} = 1$  ssi músico  $k$  toca en el ensayo  $i$ , 0 eoc.

$\delta_i$  duración del ensayo  $i$

de forma natural se definen las siguientes variables

### Variables:

$s_{ij} = 1$  ssi ensayo  $i$  va en el slot  $j$ , 0 eoc.

$plays_{kj} = 1$  ssi músico  $k$  debe tocar en slot  $j$ , 0 eoc.

$start_{ij} = 1$  ssi ensayo  $i$  es ensayado en o antes de slot  $j$ , 0 eoc.

$end_{ij} = 1$  ssi ensayo  $i$  es ensayado en o después de slot  $j$ , 0 eoc.

$r_{kj} = 1$  ssi músico  $k$  está presente en slot  $j$ , 0 eoc.

$a_{kj} = 1$  ssi músico  $k$  arriva en o antes de slot  $j$ , 0 eoc.

$l_{kj} = 1$  ssi músico  $k$  se retira en o después de slot  $j$ , 0 eoc.

$w_{kj} = 1$  ssi músico  $k$  debe esperar en slot  $j$ , 0 eoc.

como lo que se quiere es minimizar el tiempo de espera total la función objetivo (1) es

$$\text{Min } z = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^n w_{kj} \quad (1)$$

notar que se suma sobre slots pues cada uno representa una unidad de tiempo.

A continuación se detallan las restricciones del modelo:

- **Asignación a slots.** La restricción (2) permite determinar los slots donde debe tocar cada músico

$$p_{kj} = \sum_{i=1}^m s_{ij} \pi_{ki} \quad \forall k \in \mathcal{K}, j \in \mathcal{I} \quad (2)$$

básicamente  $s_{ij}$  permite sabe si el ensayo  $i$  va en el slot  $j$ , de ser así y si además el músico toca en el ensayo  $i$ , entonces significa que debe tocar en el slot  $j$ .

- **Arribo de músicos.** Para determinar si el músico  $k$  llega (ha llegado) el slot  $j$  se tienen las siguientes dos restricciones

$$a_{kj} \leq a_{k,j+1} \quad \forall k \in \mathcal{K}, j \in \{1, \dots, n-1\} \quad (3)$$

$$a_{kj} \geq p_{kj} \quad \forall k \in \mathcal{K}, \forall j \in \mathcal{J} \quad (4)$$

Primero, (3) indica recursivamente que el músico  $k$  ya ha llegado en el slot  $j+1$ , si ha llegado en slot el slot  $j$  o alguno anterior. Como complemento a dicha recursión (4) impone que si el músico toca en el slot  $j$ , entonces ha llegado.

- **Salida de músicos.** Para determinar si el músico  $k$  se va al final (o después) del slot  $j$  se tienen las siguientes dos restricciones

$$l_{kj} \geq l_{k,j+1} \quad \forall k \in \mathcal{K}, \forall j \in \{1, \dots, n-1\} \quad (5)$$

$$l_{kj} \geq p_{kj} \quad \forall k \in \mathcal{K}, \forall j \in \mathcal{J} \quad (6)$$

Muy similar al caso anterior, (5) el músico se va al final del slot  $j$  (o después),

- **Presencia de músicos.** Un músico está presente en el slot  $j$ , si llega en el slot  $j$  (o antes) y se va al final (o después) del slot. Esto quede representado en (7)

$$r_{kj} \geq a_{kj} + l_{kj} \quad \forall k \in \mathcal{K}, \forall j \in \mathcal{J} \quad (7)$$

- asdf
- asdf
- asdf
- asdf

### III-B. Extensión

Planteamiento de un modelo mejorado y/o extendido. Explicar el sentido que tiene la extensión y su explicación formal correspondiente. Justificar el nuevo modelo con respecto al estándar. **(15 puntos)**

## IV. EXPERIMENTACIÓN

### IV-A. Entorno (Hardware y Software)

Se debe detallar el *software* y *hardware* utilizado. Además, configuraciones y parámetros utilizados tanto en el modelo como en el *Solver* utilizado (En este caso el solver a utilizar será LINGO). **(5 puntos)**

### IV-B. Resultados modelo estándar

Reportar resultados obtenidos, además de los tiempos de ejecución. **(5 puntos)**

### IV-C. Resultados modelo extendido

Reportar resultados obtenidos, además de los tiempos de ejecución. **(5 puntos)**

## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Análisis de resultados del modelo estándar y del modelo extendido de manera independiente. Interpretar el comportamiento de los resultados. Luego realizar una comparación entre ambos modelos. **(10 puntos)**

## VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Que se puede rescatar de todo lo anterior, sus resultados e inferencias. Preguntas claves ¿Qué se aprendió sobre la problemática?, ¿Qué se podría hacer a futuro?. **(10 ptos.)**

## VII. REFERENCIAS

De donde obtuvo la información. Si fue sacada de una página web colocar el enlace directo a la información (es decir, google y wikipedia, este último al menos sin ninguna otra especificación, NO son referencias válidas y su mención será penalizada con 0 ptos. en este ítem), si se obtuvo de un paper usar el título, autores y año de publicación y si fue sacada de un libro usar el título, nombre del autor, edición y las páginas correspondientes. **(5 ptos.)** Ejemplo [?] [?].

*En esta sección solo van las referencia, no se incluye ningún tipo de texto adicional. Y muy importante: deben aprender a referenciar libros, papers, Links de internet, etc. Es su trabajo averiguar el formato adecuado.*