**Resumen**

El uso de las construcciones verticales experimenta un fenómeno en expansión vertiginoso debido al gran precio del terreno y a la densidad poblacional de las grandes ciudades, además del toque de grandeza que significa tener uno de los edificios más altos del mundo como es el caso de Dubay el cual tiene el más alto de los edificios del mundo el “Burj Khalifa” con más de 160 pisos y alcanza una altura aproximada de 828mts, cuenta con 58 ascensores cada uno de dos pisos y con capacidad para 12-14 personas por ascensor por lo que representa un gran reto el desplazamiento vertical rápido y eficaz de tal población y el control de la cantidad tan alta de ascensores.

El desplazamiento vertical incluye varios aspectos que se deben tener en cuenta en el análisis y la escogencia de la mejor solución desde la satisfacción de las personas que lo usan hasta el ahorro de energía, pasando por la capacidad de los llamados ascensores y el tamaño y tipo del edifico sobre el que se requiere implementar una solución.

**Introduccion**

La construcción de edificios altos es un tema importante en las grandes ciudades ya que se debe aprovechar el terreno con el que se cuenta por su gran costo y por la cantidad de población especialmente en las importantes ciudades, por lo cual se han desarrollado modelos que permiten lograr un eficiente funcionamiento de los grupos de ascensores encargados. La investigación de nuevos modelos es poco vista en nuestro país ya que no contamos con la misma problemática de países como Japón, China o Dubay los cuales cuentan con los edificios más altos del mundo, en estos países se ha venido desarrollando el tema aproximadamente desde los 90’s ya que se pueden encontrar patentes registradas de esta época [2], [3] ymediante la colaboración de empresas privadas y centros de investigación para poder obtener resultados satisfactorios, como por ejemplo en España se realiza investigación orientada al mejor funcionamiento de estos sistemas con lacolaboración que el grupo Ingeniería de Organización de la Universidad de Sevilla realiza con MAC PUAR S.A. [4], el Konrad-Zuse-ZentrumfürInformationstechnik de Berlin con Schindler [5] o el SystemsAnalysisLaboratory de laUniversidad Tecnológica de Helsinki con la KONE Corporation [6].

**Evaluación del problema del desplazamiento**

El transporte vertical tiende a complicarse debido a la gran demanda que tiene el sistema y la considerable distancia que deben recorrer los ascensores. Los sistemas de control tradicional son ineficientes para cubrir esta necesidad por lo que se han creado varios métodos para dar solución, estos métodos deben tener en cuenta todas las la mayoría de variables que hacen parte del sistema para que su resultado sea óptimo, que tipo de edificio se va a manejar (alto, bajo, para vivienda, para oficinas, etc), cantidad aproximada de usuarios, y los tiempos en los que su uso es más frecuente, para este es necesario establecer un patrón que permita determinar las horas pico ya que en estos lapsos de tiempo es cuando realmente el modelo se pone a prueba. Por ejemplo la hora de inicio de labores que en Colombia se encuentra entre las 7:30 y 8:30, en esta hora las solicitudes de servicio se centraran en el primer piso y su destino será cualquier piso del edificio, la hora de salida a almorzar esta no se centra en algún piso especial, pero se sabe que su destino será principalmente el primer piso, también la hora de llegada del almuerzo la cual tendrá las mismas características de la de llegada y por último la hora de salida que tendrá las mimas características de la salida a almorzar. Ya existen métodos para determinar estos niveles de flujo de usuarios en el sistema, los mas representativos son “El método manual” usando observadores en cada piso, pero es casi imposible para una persona mantener el control de los usuarios en horas pico. El método SP-Inverso que calcula el numero de usuarios teniendo en cuenta el número de llamados y en el movimiento del ascensor, este método es efectivo en las horas de entrada y salida del edificio. Otro método es la “Estimación de flujo de trafico completo de Peters[7]”este realiza cálculos estadísticos en las horas pico del sistema. También se puede ver el “Modelo de reconocimiento del patrón de tráfico mediante reglas de lógicadifusa” que se basa en ocho patrones de tráfico y se aplica en el FuzzyElevatorGroup ControlSystem, también el “Modelo de predicción del patrón de tráfico mediante redes neuronales[8]” el cual utiliza las redes neuronales para aprender del sistema y poder determinar el comportamiento del edificio, por lo cual en posteriores eventos su funcionamiento se vuelve predecible.

Actualmente son utilizados dispositivos que ayudan al buen funcionamiento del ascensor, pero adicionalmente al conocimiento del comportamiento del sistema como los sensores de usuarios, básculas para no permitir que se sobrepase el máximo de peso permitido, QUE OTROS???

Estos son de gran ayuda para poder implementar un modelo que solucione el problema.

**Restricciones**

Para poder definir el modelo de optimización es necesario conocer las restricciones con que se cuentan y adicionalmente las funciones objetivo. Estas restricciones generalmente pueden contemplar:

Un ascensor solo puede atender una sola llamada a la vez

El número de pasajeros máximo por ascensor

El ascensor solo para en un piso si un usuario realiza una llamada o si requiere bajar de el

Los destinos seleccionados se deben tomar en orden de acuerdo a la dirección que lleva el ascensor, no podrá saltarse ninguna parada solicitada por un pasajero si esta esta en la dirección en la que se dirige el ascensor.

El ascensor solo cambia de dirección hasta que haya cumplido con las solicuitudes de los pasajeros en su interior que iban en esa dirección

El ascensor no acepta llamadas que no van en su dirección actual si lleva usuarios.

Se pueden presentar restricciones especiales en casos especiales, como por ejemplo:

Ascensores especiales para un cierto piso

Prioridad al atender una llamada desde un cierto piso

Teniendo en cuenta estas restricciones se definen los modelos posibles y los resultados obtenidos de estos.

**Criterios para optimizar el sistema**

Se deben definir los crtiterios para poder determinar los objetivos y asi poder cumplirlos

Con respecto al funcionamiento general del ascensor

* Minimizar el consumo de energía
* Maximizar la capacidad con respecto a la población

Con respecto al nivel de servicio a los usuarios

* Minimizar el tiempo de espera en piso, mientras se atiende el llamado
* Minimizar el tiempo de viaje del usuario

**Métodos de optimización**

En el caso de que solamente se cuente con un ascensor o en su defecto mas de un ascensor, pero su funcionamiento es individual se han trabajado los siguientes modelos:

El modelo clásico y más antiguo para el manejo de ascensores que solo atiende una llamada si este se encuentra vacío

El método colectivo/selectivo que solo atiende llamadas en la dirección en que se encuentre el ascensor

En el caso de que se cuente con más de un ascensor y su funcionamiento sea cooperativo, se encuentran los siguientes modelos

Basados en algoritmos THV el cual atiende la llamada el ascensor que se encuentre mas cercano y en esa dirección

Teniendo en cuenta que una llamada generalmente se permite solo en la dirección posible, por ejemplo primer piso, solo permite llamadas hacia arriba, último piso solo llamadas hacia abajo y pisos intermedios llamadas en los dos sentidos.

A medida que pasa el tiempo se han desarrollado modelos cada vez con mejores resultados como los obtenidos con el manejo de sistemas dinámicos [9], un ejemplo de este es el método Optima Routing el cual determina la mejor opción comenzando por la llamada más lejana en la dirección que lleva el ascensor NO COMPRENDO, el método *DynamicallyAdaptiveCallAllocation*(DACA), el cual es una versión mejorada dela anterior, el cual una nueva llamda hace que se reinicie el proceso de asignación para las ya existentes, por lo que se reinicia el proceso por cada llamada

AYUDAME CON ESTO

**Conclusion**

La selección de un método de optimización depende de las características de cada edificio, así, no será lo mismo un edificio de apartamentos a un edificio de oficinas por lo cual es necesario elegir el mejor de acuerdo a las características del sistema. En casos de edificios altos o con características especiales es necesaria la investigación y desarrollo de métodos más sofisticados que permitan cumplir con los criterios de selección mencionados

**REFERENCIAS**

[1] *Burj\_Khalifa* - <http://es.wikipedia.org/wiki/Burj_Khalifa>

[2] Thangavelu y Kandasamy. (1989) *Queue based elevator dispatching system using peak*

*period traffic prediction*, Otis Elevator Company. U.S. Patent No. 4 838 384.

[3] MacDonald, C. Robert y Abrego, E. (1988) *Coincident call optimization in a elevator*

*dispatching system*, Westinghouse Electric Corp. U.S. Patent No. 4 782 921.

[4] Larrañeta, J. y Cortés, P. (2001) *Optimización Dinámica en Sistemas de Tráfico*

*Vertical*. AICIA Technical Report IO-01MP

[5] Hauptmeier, D., Krumke, S.O. y Rambau, J. (1999) *The online dial-a-ride problem*

*under reasonable load*, Preprint SC 99-08, Konrad-Zuse-Zentrumfür

Informationstechnik Berlin (1999).

[6] Siikonen, M-L. (1997) *Elevator group control with artificial intelligence*, Helsinki

University of Technology, Systems Analysis Laboratory, Research Reports A67.

[7] Peters, R., Mehta, P. y Haddon, J. (2000) “Lift Passenger Traffic Patterns:Applications,

Current Knowledge and Measurement”, *Elevator World*, Septiembre, pp. 87-94.

[8] Imrak, E. y Barney, G.C. (2000) “Application of neural networks on traffic control”,

*LiftReport*, Vol. 2000, pp. 34-37.

[9] Siikonen, M-L. (1997) *Planning and control models for elevators in high-rise buildings*,

Ph.D. Thesis, Helsinki University of Technology.