



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CAMPUS ARAGÓN

**“DISEÑAR LA ADAPTACIÓN DE UNA
TRAMOYA AUTOMATIZADA PARA LA
ILUMINACIÓN DE UN SET DE TELEVISIÓN”**

T E S I S I N A :

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
EN LA MODALIDAD DE CURSOS Y SEMINARIOS
DE ACTUALIZACIÓN Y CAPACITACIÓN PROFESIONAL :
3^{ER} DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN Y APLICACIÓN
DE TECNOLOGÍAS DE DISEÑO EN PROYECTOS

P R E S E N T A N :

**JUAN JHASUA ESTRADA CISNEROS
DANIEL PEREZ PALOMARES**

ASESOR
ING. MOISÉS CERVANTES PATIÑO

México

2011





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INDICE	
JUSTIFICACION	IV
INTRODUCCIÓN	- 1 -
Capítulo 1 REFERENCIAS TÉCNICAS DE ILUMINACIÓN PARA SETS DE TELEVISIÓN	- 3 -
1.1 SISTEMA DE TELEVISIÓN	- 3 -
1.1.1 AMBIENTES NECESARIOS	- 3 -
1.1.1.1 Estudio de Televisión	- 3 -
1.1.1.2 Sala de Control	- 4 -
1.1.1.3 Sala de Control Maestro.....	- 4 -
1.1.1.4 Sala de Control Técnico	- 5 -
1.1.2 CONDICIONES ACÚSTICAS	- 5 -
1.1.3 SISTEMA DE ILUMINACIÓN	- 6 -
1.1.3.1 Sistema de Suspensión.	- 7 -
1.1.3.2 Parrilla Suspendida	- 8 -
1.1.3.3 Barras Metálicas	- 12 -
1.2 ESCENOGRAFÍAS MÓVILES	- 14 -
1.2.1 TIPOS DE APAREJOS	- 14 -
1.2.1.1 Aparejos dead hung.....	- 14 -
1.2.1.2 Aparejos de contrapeso manualmente operados.....	- 14 -
1.2.1.3 Aparejo Automatizado.	- 16 -
1.2.2 SEGURIDAD EN APAREJOS	- 17 -
1.2.2.1 Entrenamiento	- 17 -
1.2.3 VELOCIDADES ALCANZADAS	- 17 -
1.2.3.1 Velocidad fija	- 17 -
1.2.3.2 Velocidades variables.....	- 18 -
1.2.4 CAPACIDAD	- 18 -
1.3 FUNDAMENTOS DE ILUMINACIÓN PARA LA T.V	- 20 -
1.3.1 ILUMINACIÓN	- 20 -
1.3.1.1 Iluminancia	- 21 -
1.3.1.2 Flujo luminoso	- 22 -
1.3.1.3 Radiometría	- 22 -
1.3.1.4 Irradiancia	- 22 -
1.3.2 TÉCNICAS DE ILUMINACIÓN PARA LA TELEVISIÓN	- 23 -
1.3.2.1 Tipos de iluminación	- 24 -
1.3.2.2 Fuentes principales de iluminación	- 24 -
1.3.2.3 Funciones de las fuentes principales de iluminación	- 25 -
1.3.2.3.1 Luz clave	- 25 -
1.3.2.3.2 Luz trasera o Contraluz	- 26 -
1.3.2.3.3 Luz lateral.....	- 28 -
1.3.2.3.4 Luz de retroceso.....	- 30 -
1.3.2.4 <i>El principio fotográfico o la iluminación en triangulo</i>	- 32 -
1.3.3 TÉCNICAS DE ILUMINACIÓN	- 33 -

1.3.3.1 Iluminación para la acción continúa	- 33 -
1.3.3.2 Iluminación de grandes áreas.....	- 36 -
1.3.3.3 Iluminación con fondo oscuro	- 37 -
1.3.3.4 Iluminación de una silueta.....	- 38 -
1.3.3.5 Control de las sombras en los ojos y en el boom	- 40 -
1.3.3.5.1 Sombras del micrófono boom.....	- 42 -
1.3.3.5.1 Contraste.....	- 43 -
1.3.3.5.1.1 Límite del contraste.....	- 44 -
1.3.3.5.2 Balance de intensidad.....	- 45 -
1.3.3.5.2.1 Razón entre luces clave y traseras.....	- 46 -
1.3.3.5.2.2 Razón entre las luces clave y de relleno	- 47 -
1.3.3.5.3 Esquema de Iluminación.....	- 48 -
1.3.3.6 Seguridad	- 50 -
1.3.3.7 Puntos Importantes.....	- 51 -
1.4 AUTOMATIZACIÓN	- 54 -
1.4.1 CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS	- 55 -
1.4.1.1 Accionador eléctrico	- 56 -
1.4.1.2 Arrancadores	- 58 -
1.4.2 SISTEMAS DE CONTROL	- 58 -
1.4.2.1 Principios generales sobre control de motores eléctricos	- 58 -
1.4.2.2 Propósito del controlador	- 59 -
1.4.2.3 Diferencia entre un control automático y uno manual	- 61 -
1.4.2.4 Diagramas de Control	- 61 -
1.4.2.5 Función de un enclavamiento	- 61 -
1.4.3 ARRANCADORES SUAVES	- 61 -
1.4.3.1. Parada Suave	- 62 -
1.4.4 PARTES DE UN CIRCUITO DE CONTROL	- 62 -
1.4.4.1 Circuito de fuerza.....	- 62 -
1.4.4.1.1 Motor trifásico	- 62 -
1.4.4.2 Protección.....	- 63 -
1.4.4.2.1 Arrancadores magnéticos	- 63 -
1.4.4.2.2 Relevador de control.....	- 63 -
1.4.4.3 Controles automáticos.....	- 63 -
1.4.4.3.1 Relevador de tiempo.....	- 63 -
1.4.4.3.1.1 Relevador de control de tiempo ON DELAY.....	- 64 -
1.4.4.3.1.2 Relevador de control de tiempo OFF DELAY	- 64 -
1.4.4.3.2 Switch interruptor de nivel o de flotador	- 64 -
1.4.4.3.3 Switch interruptor de presión.....	- 64 -
1.4.4.4 Controles Manuales.	- 65 -
1.4.4.4.1 Interruptor de tambor	- 65 -
1.4.4.4.2 Estación de botones.....	- 65 -
1.4.4.5 Indicadores	- 66 -
1.4.4.5.1 Luces piloto	- 66 -
1.4.4.5.2 Óhmetro digital	- 66 -
1.4.4.5.3 Chicharra	- 66 -
1.4.4.6 Terminales	- 67 -
1.5 FORMA DE CALCULAR LA POTENCIA DE LOS MOTORES	- 68 -
1.5.1 TIPO DE CONSTRUCCION	- 68 -
1.5.1.1 Construcción abierta	- 68 -
1.5.1.2 Construcción protegida	- 68 -
1.5.1.3 Construcción cerrada	- 69 -

1.5.2 TIPO DE SERVICIO.....	- 69 -
1.5.2.1 Servicio permanente o continuo:	- 69 -
1.5.2.2 Servicio de corta duración	- 70 -
1.5.2.3 Servicio intermitente	- 71 -
1.5.3 APARATOS DE ELEVACIÓN SIN CONTRAPESO	- 73 -
1.6 NORMATIVA E INSPECCIÓN.....	- 79 -
1.6.1 ACCESO	- 79 -
Capítulo 2 PROPUESTA DE DISEÑO Y ADAPTACION DE TRAMOYA AUTOMATIZADA.....	- 80 -
2.1 ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LA ILUMINACIÓN.....	- 81 -
2.2 CONFIGURACIONES PRINCIPALES DE LÁMPARAS DE ACUERDO CON LA NECESIDAD DE CADA PROGRAMA TELEVISIVO	- 83 -
2.3 PARAMETROS O VARIABLES DE DESPLAZAMIENTO, VELOCIDAD Y ACELERACIONES PARA MOVER LA ESTRUCTURA.....	- 85 -
2.3.1 DATOS GENERALES PARA CAPACIDADES DE CARGA.....	- 85 -
2.4 PROPUESTA DE CALCULO DE MOTORES.....	- 88 -
2.5 SISTEMA Y MECANISMO PROPUESTO PARA TRAMOYA	- 89 -
2.5.1 MOTOR.....	- 89 -
2.5.2 REDUCTOR DE VELOCIDAD	- 89 -
2.5.2 CABRESTANTES O APAREJOS	- 90 -
2.5.3 ESTACION DE CONTROL	- 91 -
2.5.3.1 Factores de selección	- 94 -
2.5.3.2 Alimentación	- 94 -
2.6 COSTOS DE GRABACION	- 95 -
CONCLUSIONES	- 97 -
CONCLUSIONES TECNICAS (JUAN J. ESTRADA C.)	- 98 -
CONCLUSIONES TECNICAS (DANIEL PÉREZ PALOMARES)	- 99 -
CONCLUSIONES PERSONALES (JUAN J. ESTRADA C.).....	- 100 -
CONCLUSIONES PERSONALES (DANIEL PEREZ P.).....	- 101 -
CONCLUSIONES ECONOMICAS	- 102 -
TABLA DE ILUSTRACIONES.....	- 103 -
BIBLIOGRAFIA.....	- 104 -
APÉNDICES.....	A
UNIDADES DE FOTOMETRÍA DEL S. I.	A
UNIDADES DEL S. I. UTILIZADAS EN RADIOMETRÍA.....	B
EXTRACTO DE SECCION 7 “PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD E HIGIENE” NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-006-STPS-1999.....	C
VELOCIDADES DE POLIASTO	M

OBJETIVO

Satisfacer la necesidad de la dependencia de T.V. UNAM la cual consiste en apoyar al equipo de iluminación, diseñando una tramoya para soporte, que brinde seguridad al personal de iluminación y disminuya el tiempo de colocación de las luminarias, a través de la aplicación de los conocimientos de ingeniería, para así optimizar recursos económicos y humanos en los trabajos correspondientes. La tramoya será para un set de televisión que está situado en el foro 1 de los estudios de T.V. UNAM situado en Ciudad Universitaria.

JUSTIFICACION

El diseño de esta tramoya objeto de esta tesina, contribuirá a una adecuada disponibilidad y configuración de elementos de iluminación para que el personal de iluminación pueda realizar sus labores de trabajo con mayor eficacia y reduciendo el esfuerzo y tiempo para las faenas. Este es un elemento muy importante para proporcionar la iluminación de un set de televisión, se busca la mejora y optimización del armado de la configuración de iluminación para un programa de televisión.

INTRODUCCIÓN

La televisión universitaria existe desde 1950. No obstante haber sufrido innumerables sacudidas, ha consolidado una experiencia y ha demostrado una creatividad que la caracterizan en la utilización del medio con fines didácticos. Sus objetivos son¹:

- *“El promover y destacar los valores e imagen de la Universidad frente a la comunidad universitaria y a la sociedad”.*
- *“Ser una alternativa distinta a la televisión existente y, conformando una oferta programática de calidad, lograr en el plazo más cercano la creación del canal universitario. Realizar una producción televisiva de calidad con una amplia diversidad temática y que permita el desarrollo de nuevos lenguajes y formatos”².*

La dependencia de TV UNAM cuenta con una infraestructura que permite ofrecer diferentes servicios, productos y propuestas creativas a todo tipo de clientes interesados en la producción y post producción de videos, spots, promocionales, videoconferencias, teleconferencias y coberturas especiales.

Se cuenta con 3 estudios con cuatro cámaras y grabadora en diferentes formatos:

- DVCAM y Betacam SP
- Estudio 1: 15 x 20 x 6 m.
- Estudio 2: 15 x 15 x 5.30 m.

¹ Anteproyecto de creación de la dirección General de Televisión Universitaria, CASE, marzo-mayo de 1985.

² Anteproyecto de creación de la dirección General de Televisión Universitaria, CASE, marzo-mayo de 1985.

- Estudio 3: 10 x 10 x 5.30 m.

Algunos de los clientes de TV UNAM son: el I.F.E., Secretaria de Economía, Cámara de Diputados, CONAGUA, PEMEX, entre otras.

Los estudios de TV UNAM cuentan con una tramoya fija. Esta es una estructura metálica tubular que permite la suspensión, colocación y montaje estratégicos de todo el equipo de iluminación de un set de televisión. En esta tramoya los iluminadores suben y bajan para colocar lámparas y pantógrafos en la posición requerida, además darles el efecto de iluminación deseado a través de la colocación de filtros y aspás que requieren las lámparas. Con ello se requiere demasiado tiempo, esto conlleva una derrama monetaria y se pone en riesgo al personal de iluminación que realiza sus funciones a una altura de 5 a 10 metros según sea el caso.

Capítulo 1 REFERENCIAS TÉCNICAS DE ILUMINACIÓN PARA SETS DE TELEVISIÓN

1.1 SISTEMA DE TELEVISIÓN

Definiremos las condiciones con las que debe contar un sistema de televisión:

- Ambientes necesarios
- Condiciones acústicas
- Sistema de iluminación y calefacción

1.1.1 AMBIENTES NECESARIOS

Para poder definir los ambientes necesarios, tendremos que tomar en cuenta la utilización que se le dará al sistema de TV, ya que puede ser para circuito cerrado o para libre difusión, como lo es un canal de TV. En el caso de ser circuito cerrado, este contará con un estudio de televisión y una sala de control.

1.1.1.1 Estudio de Televisión

En este lugar, es donde se realizan los programas de TV como noticieros, programas en vivo, entrevistas, etc. También puede ser utilizado para realizar pruebas de video, tales como la calibración de cámaras y pruebas de audio. Los equipos que van instalados, comúnmente en un estudio de Televisión son:

- Micrófonos
- Cámaras de TV
- Sistema de Iluminación
- Monitores de audio y video

1.1.1.2 Sala de Control

En esta sala se recibe la señal de audio y video que se está grabando, así como también se controla la calidad de esta, por lo que los equipos que van instalados aquí son:

- Equipos para medición de audio y video
- Procesadores de audio y video
- Reproductores y/o grabadores para audio y video
- Monitores para audio y video
- Generadores de sincronismo

En el caso que sea un sistema de televisión para transmisión los ambientes serán los siguientes:

- Estudio de televisión
- Sala de post-producción
- Sala de control maestro
- Sala de edición
- Sala de control técnico

En este caso la sala de post-producción, cumplirá una función similar a la realizada, por la sala de control en un circuito cerrado, con la variante que puede haber varias salas de post-producción y estudio de TV, las cuales pueden estar interconectadas entre sí.

1.1.1.3 Sala de Control Maestro

Desde este lugar se envía, la señal que va a ser transmitida, los equipos que van a ser instalados en este ambiente, son generalmente:

- Reproductores de audio y video
- Monitores de audio y video
- Conmutadores de audio y video

Como esta sala es la encargada del control de tráfico de los programas emitidos, a ella llegan las señales procedentes, de las salas de post-producción y estudios de TV, cuando se desea emitir programas en vivo.

1.1.1.4 Sala de Control Técnico

En este lugar van ubicados todos los equipos de medición necesarios para controlar la calidad de la señal que se emite. Así también la parte de control electrónico de los equipos de procesamiento de audio y video que se utilizan, siempre y cuando sea posible separar dentro de un equipo el control operativo y el control electrónico de este.

En cuanto a la ubicación de estas salas, generalmente en un sistema de TV de circuito cerrado, el estudio de TV y la sala de control suelen estar en lugares adyacentes, a veces tienen contacto visual a través de una ventana, en cuyo caso el tratamiento acústico será más riguroso.

Cuando se trata de una estación de Televisión, es conveniente que la sala de control maestro y la de control técnico estén contiguas, lo cual resulta muy ventajoso, cuando se presenta algún imprevisto, en cualquier equipo de control maestro, ya que siendo esta sala la que emite, los programas en tiempo real, se debe tomar las mayores precauciones, para evitar que algún problema, afecte la emisión de los programas.

1.1.2 CONDICIONES ACÚSTICAS

Las condiciones acústicas finales, luego de un adecuado tratamiento acústico, en un estudio de televisión, son tales que permiten la difusión de un sonido apropiado y fiel, el que, a su vez podrá ser captado por un micrófono con fidelidad. Todo estudio de televisión tiene sus propios requerimientos acústicos, los cuales en ocasiones son muy rigurosos.

Sin embargo, se podrán obtener buenos resultados, adaptando y forzando a diseños acústicos normalizados, cuando sea posible. Para lo cual habrá de tener en cuenta, que la acústica de un estudio de televisión está relacionada con dos elementos importantes:

- Ruido
- Reverberación

1.1.3 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

La iluminación es un elemento, muy importante en la producción de Televisión, debido a la función que cumple, junto con la cámara de televisión, en convertir la señal luminosa en señal eléctrica.

Dependiendo del control, que se tenga sobre este elemento, se podrá dar la ambientación que se desea y a la vez crear una ilusión tridimensional al televidente.

El sistema de iluminación para un estudio de televisión, contiene los siguientes elementos:

- **Sistema de Suspensión**, en el cual van montadas las lámparas.
- **Sistema de conexión eléctrica**, con terminales de conexión para las lámparas de iluminación.
- **Sistemas Reductores de luz**, el cual regula la energía que va a las lámparas de iluminación.
- **Sistema de control de luz.**

En la Ilustración 1 se puede apreciar la distribución de los elementos antes mencionados.

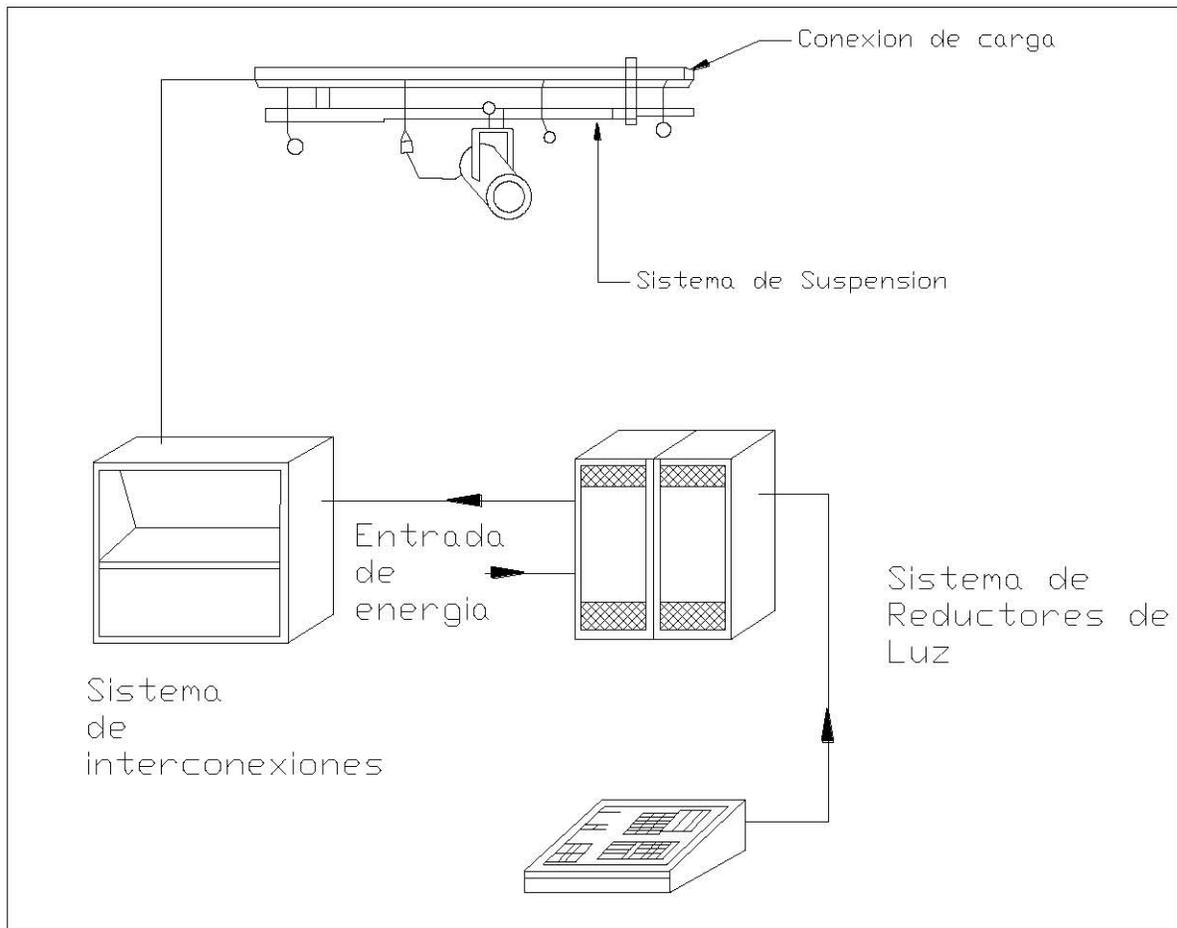


Ilustración 1 Componentes de un sistema de luminotecnia

1.1.3.1 Sistema de Suspensión.

El uso de múltiples cámaras en la producción de televisión, hacen necesario que las lámparas de iluminación, estén suspendidas en lo alto, lo cual permite a las cámaras una total libertad de movimiento, en un espacio sin obstáculos.

El sistema de suspensión, sirve también para soportar las bandas de los conectores, que van a las lámparas de iluminación y también como soporte para colgar elementos escénicos, decorados y cicloramas.

Existen dos tipos de sistema de suspensión:

- Parrilla suspendida
- Barras metálicas

1.1.3.2 Parrilla Suspendida

La mayoría de los estudios de televisión, utilizan un sistema de suspensión, como una gran parrilla sostenida a una determinada altura, en la cual van ubicadas todas las lámparas a utilizar.

Este sistema consiste en un cruzado (rejilla) de barras metálicas, colgadas de una estructura en el techo, compuesta de tubos de acero, cadenas y cables (ver Ilustración 1-2).



Ilustración 2 Parrilla Suspendida

Las filas y columnas de estas barras metálicas o de acero están colocadas, de manera que unas a otras se cruzan en ángulos rectos, como una gran parrilla suspendida, que cubre toda el área de producción, del estudio de televisión.

Las lámparas de iluminación, quedan montadas en esas barras por medio de sujetadores.

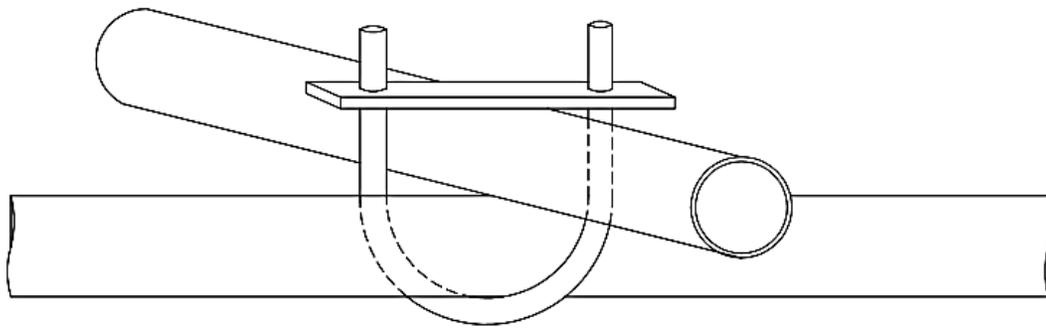
La separación de las barras en la parrilla suspendida, depende de la altura a que se encuentra la misma, cuando más alta, más separadas las barras y también depende de los requerimientos, de producción en el estudio, cuanto más compleja y sofisticada sea la iluminación, menos separadas estarán las barras.

Las barras que se recomiendan para esta estructura tipo parrilla, es un tubo negro de acero de 1 ½", una barra de 1 ½" de diámetro nominal, suspendida en lo alto en forma apropiada tiene toda la fuerza y rigidez necesaria, para soportar virtualmente cualquier densidad de lámparas.

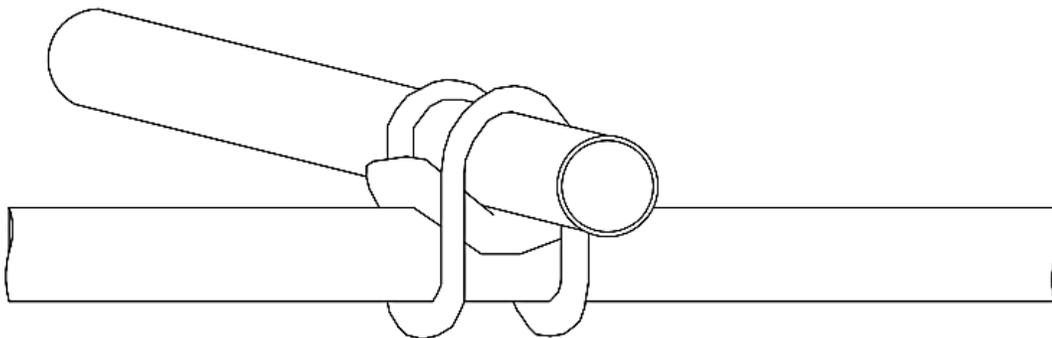
Las cifras de carga máxima por pie lineal, se pueden calcular a base de tener en cuenta, el peso de las lámparas, el peso de la parrilla misma, el peso de los carriles del ciclorama, cortina y sin olvidar, el de considerar los elementos escénicos, que puedan hallarse suspendidos de la parrilla. También habrá de tomar en consideración, el añadir un determinado factor equivalente, a un posible empuje o golpe repentino en la parrilla suspendida, que represente el peso de una persona, colgando de las barras en un caso de emergencia. Una vez considerados estos requisitos de carga, se podrá especificar el tipo de tubo de acero, las cadenas, los cables a utilizar y también la separación que tendrán las barras.

Existen varios métodos de anclar, los cruces de las barras en la parrilla, dos de los cuales quedan indicados en la ilustración 1-3. El método

clásico, es el de las barras y tornillo U (*U-bolt*), el cual limita la presión a un solo punto entre las dos barras. Un tipo de dispositivo preferido, es la junta tipo “anillo-montura” tiene mejor lógica que el tornillo U y además elimina el problema de las protuberancias de los tornillos.



PERNO EN U



Anillo / montura

Ilustración 3 Junturas en el Sistema de Parrilla

Debido a que en los sistemas de parrilla suspendida, no se puede ajustar la altura de la misma, la altura de las lámparas deben ser ajustadas por otros medios. En la ilustración 1-4 se muestra 3 tipos de colgadores verticales ajustables. El primero es una simple barra metálica con una pieza deslizable, que por medio de unos tornillos se sujeta la barra de la parrilla.

El segundo es el colgador pantógrafo tipo tijera. Este consigue un alcance vertical considerable, pero su peculiar constitución dificulta las maniobras, cuando se utilizan lámparas voluminosas. El tercero es el que generalmente se prefiere, consiste en una serie de tubos concéntricos telescópicos, con un sistema interno de contrabalanceo. Este tiene normalmente un alcance vertical, menor que el pantógrafo.

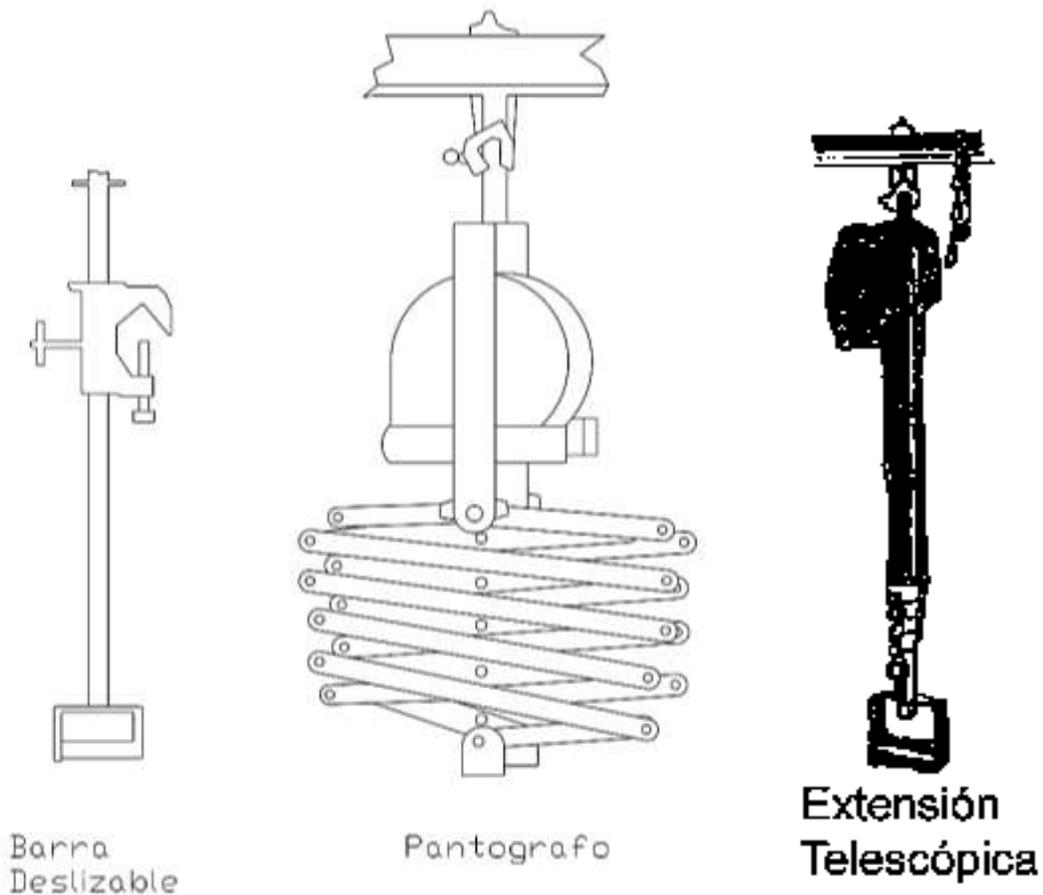


Ilustración 4 Sujetadores ajustables para instrumentos de luz

La altura de la parrilla, queda determinada por una serie de factores.

Si la parrilla está demasiado baja, las lámparas no podrán iluminar el espacio requerido, ni a los protagonistas puesto que no se obtendrá, los ángulos de iluminación requeridos -30° a 45° .

Una parrilla baja restringe la altura de los decorados, si la parrilla está demasiado alto dificulta la colocación y ajuste de las lámparas, aparte de resultar peligroso. Además cuando la parrilla está demasiado alta, la mayoría de las lámparas de iluminación, tienen que estar montadas en colgadores verticales ajustables, a fin de conseguir los necesarios ángulos de iluminación.

La experiencia práctica en ciertos de estudios de televisión, indica que la medida del estudio, es lo que de hecho dicta la altura ideal de la parrilla. En la tabla 1 se indican las alturas recomendadas, para estos sistemas de parrillas suspendidas, en estudios de televisión de medidas normalizadas y asumiendo siempre que los requisitos de producción, no se salgan de lo ordinario.

Medida del Estudio	Altura de la Parrilla
6x9m	3.9m
9x12m	4.5m
12x18m	de 4.8 a 5.4m
18x24m	de 5.4 a 6.0m

Tabla 1 altura de la parrilla

1.1.3.3 Barras Metálicas

El sistema de barras metálicas, es parecido al sistema de parrillas suspendidas, pero aquí las barras o tubos no se cruzan. La ventaja principal, en este sistema de barras metálicas es su flexibilidad de operación.

En este sistema, las barras se ajustan independientemente, subiéndolas o bajándolas hasta el suelo, para montar las lámparas.

Existen estudios en que las barras, de estos sistemas están fijas y no ofrecen su flexibilidad de operación, aparte de disponer de menos espacios, para colocar luces e instrumentos.

La altura de las barras metálicas, se controlan por contrapesos, cabestrante manual o motor.

Los sistemas de contrapesos o cabrestante manual, ocupan considerable espacio, mientras que los cabrestantes de motor se pueden montar, cerca al techo del estudio y dejan el espacio del estudio, libre para las necesidades de producción.

El sistema de barras metálicas, es especialmente útil en los grandes estudios, que producen una gran variedad de programas, con frecuentes cambios de piezas e instrumentos.

Una de las ventajas de este sistema, es que las preparaciones luminotécnicas se completan rápidamente, porque se pueden montar las lámparas con las barras a nivel del suelo. Por otra parte, el ahorro del tiempo inicial queda mermado, si se tiene en cuenta, el tiempo que luego hay que dedicar para ajustes finales y toques de precisión, una vez que las barras se poseionan en los altos.

Para resolver el dilema, entre un sistema de parrilla suspendida o uno de barras metálicas habrá que analizar las necesidades de producción y costos. Los sistemas de barras metálicas son más costosos, que las parrillas suspendidas. La experiencia parece indicar, que los sistemas de parrilla son totalmente adecuados, para cubrir las necesidades de un estudio de televisión corriente. Por otra parte, los sistemas de barras ajustables ofrecen, sin duda alguna una serie de ventajas que deben tenerse en cuenta, en los casos de grandes estudios que necesiten, extrema flexibilidad de operación.

1.2 ESCENOGRAFÍAS MÓVILES

1.2.1 TIPOS DE APAREJOS

1.2.1.1 Aparejos *dead hung*

El sistema más simple de aparejos es el aparejo *dead hung*, consiste en tubos llamados listones o pistas, que son colgados del techo. Estos pueden soportar cortinas, luces, o escenografía. Los aparejos *dead hung* son típicamente usados donde las alturas del techo son bajas o los fondos limitados prohíben el uso de otra cosa. Todo el mantenimiento y cambios requieren el uso de una escalera, la cual es inconveniente y puede ser peligrosa.

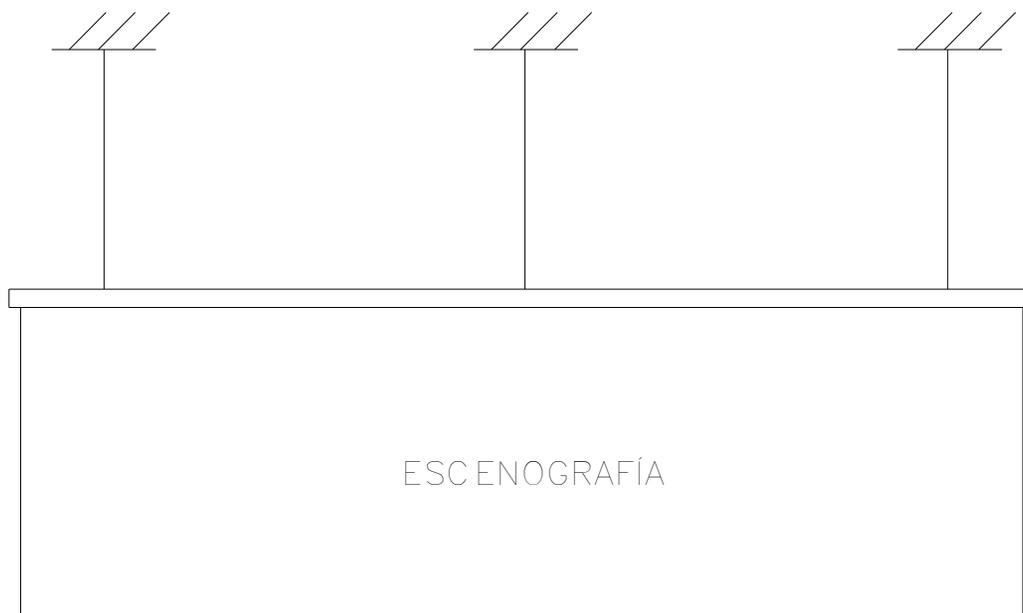


Ilustración 5 Aparejo de peso muerto

1.2.1.2 Aparejos de contrapeso manualmente operados.

Los sistemas de aparejo de contrapeso manualmente operados han sido usados en escuelas y teatros (norte americanos) por al menos 80 años. La carga comienza a ser elevada o bajada (escenografía, cortinas o

luces) es contrabalanceada por un contrapeso cargado con la cantidad correcta de barras de acero, como se es mostrado en la siguiente figura.

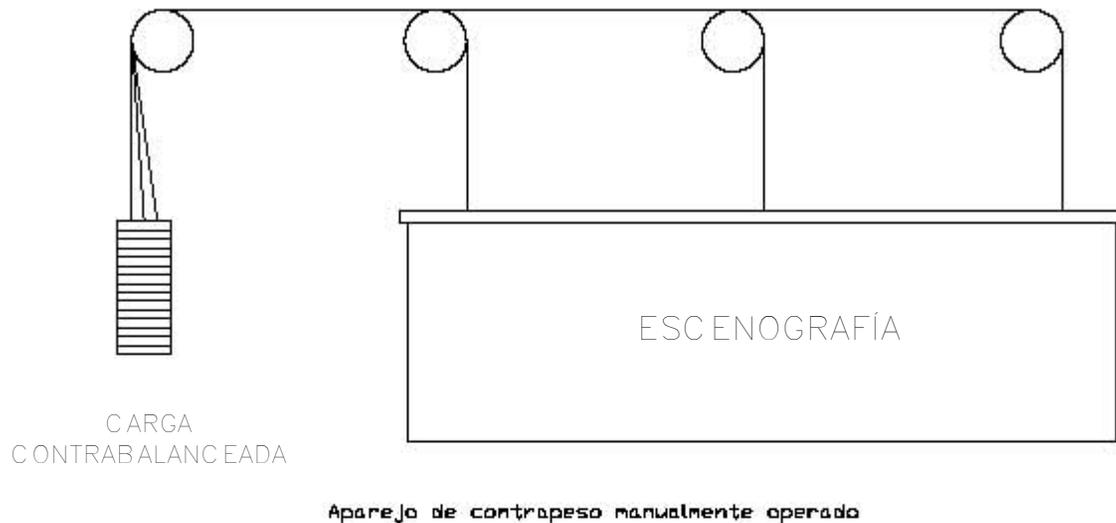


Ilustración 6 Aparejo de contrapeso manualmente operado

Los aparejos de contrapeso manualmente operados son económicos en su compra e instalación. Pueden ofrecer también capacidades versátiles como buen desempeño. El operador de estos sistemas puede producir diferentes velocidades de acenso y descenso.

El manejo de estos sets depende del correcto balanceo entre la carga y las pesas de acero. Esto requiere que el personal que maneja el equipo debe ser entrenado para la correcta operación del equipo. Las cargas en las puestas cambiarán de tal forma que el escenario suspendido y el equipo son cambiados, requiriendo que el usuario ajuste el contrapeso.

1.2.1.3 Aparejo Automatizado.

Los equipos de aparejos automatizados (motorizado) se están volviendo más populares en instalaciones nuevas en todos los niveles, desde escuelas hasta teatros de ópera.

Este cambio ha sido impulsado tanto por la seguridad y la reducción de los costos de la masa de nuevos ascensores de producción teatral.

Los sets motorizados son más fáciles de usar que los de contrapeso, y no requieren el manejo de contrapesos. El fácil uso, sin embargo, no reduce la necesidad de un operador entrenado.

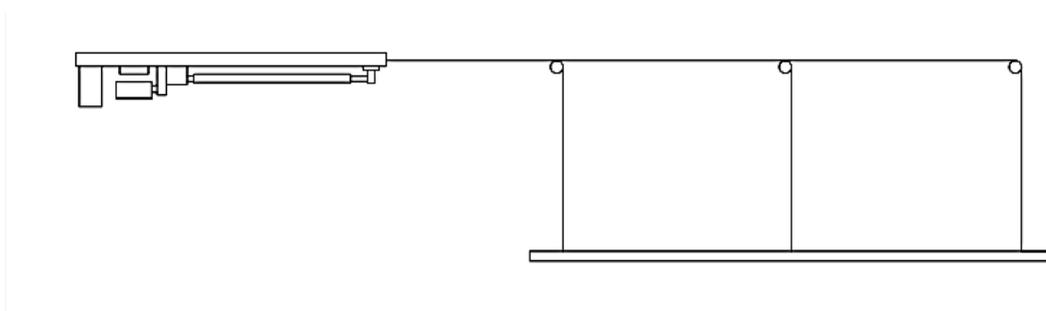


Ilustración 7 Tramoya automatizada

Los aparejos motorizados usados en escena son generalmente sets de "recorrido muerto", donde el motor eleva el peso entero del equipo, sin el uso de contrapeso.

Esto elimina la necesidad de mantener sistemas equilibrados y las preocupaciones de seguridad que vienen con sistemas balanceados inapropiadamente y la necesidad de manejar grandes pesos. Los sistemas son operados usando sistemas de control que van desde los sistemas de los paneles simples de *push button* a los sistemas de control con la capacidad de grabar y reproducir señales.

Aunque la manipulación de sistemas de motor tienen un costo inicial más alto que los de accionamiento manual con contrapeso, se obtiene un ahorro de compensación: el uso de equipos de manipulación de motor

requiere menos espacio escénico y menos acero en la estructura que su equivalente de contrapeso manual.

1.2.2 SEGURIDAD EN APAREJOS

Como con cualquier tipo de maquinaria, hay peligros si el sistema no es usado correctamente. Los actores y el *staff* deben estar entrenados para el uso correcto de este tipo de equipos. Los equipos de contrapeso deben ser balanceados apropiadamente o la carga más pesada descenderá. Con mayor desequilibrio, más rápido desciende.

1.2.2.1 Entrenamiento

El personal que usa equipo de carga debe ser entrenado apropiadamente para operar el equipo, los métodos apropiados de operación y los riesgos involucrados. Se deben proveer programas de formación y entrenamiento los cuales deben ser completados antes de que los usuarios operen el equipo.

1.2.3 VELOCIDADES ALCANZADAS

1.2.3.1 Velocidad fija

Los polipastos de velocidad fija son usados generalmente para cargas pesadas las cuales no tienen que moverse dinámicamente. Las velocidades de los polipastos varían ampliamente dependiendo de la aplicación. Un set de luces se eleva típicamente a 5-10 metros por minuto³. Movimientos más rápidos en una grúa fija resultan en inicios y paradas que pueden ser muy abruptas para arreglos de luces.

³Ver tabla de VELOCIDADES DE POLIPASTOS en apéndice

1.2.3.2 Velocidades variables

El tremendo rango de posibles velocidades con un polipasto de velocidades variables lo hace ideal para usarlo en escenarios de teatros, ya que estos se pueden mover hacia la audiencia. Un polipasto que realiza un movimiento suave a una velocidad de 30 cm por minuto puede viajar repentinamente y viajar a 30 metros por minuto en la siguiente señal.

Las velocidades máximas son dictadas primordialmente por los requerimientos de los usuarios. Escenarios puestos en colegios o teatros regionales típicamente corren a velocidades arriba de 30 o 50 metros por minuto. Centros de arte especializados y teatros de ópera se usan polipastos que tienen velocidades de arriba de 70 metros por minuto, mientras algunas de los teatros de ópera internacionales usan polipastos de velocidades arriba de 100 metros por minuto.

Los polipastos de velocidad variable requieren propulsores de vector de estado sólido nominal para el servicio de grúas pesadas con la ventaja y seguridad necesarios para uso en ambientes teatrales. En sistemas con unidades de alta velocidad generalmente se requieren sistemas de frenado dinámico. Estos factores hacen que los polipastos de velocidad variable sean más costosos que los de velocidad fija.

1.2.4 CAPACIDAD

Los sets de escenografía normalmente están preparados para cargar de 20 a 35kg por metro de longitud listón, mientras que para los aparatos de iluminación se han valorado de 35 a 40 kg. por metro para escuelas y centros de artes escénicas, y aún más alto para casas de ópera o salas de exposición

Muchos conjuntos son del tipo *dead haul*, donde los polipastos elevan el peso entero del conjunto. Este es el preferido para la mayoría de las aplicaciones de escenografía y uso general. Para conjuntos con cargas

fijas de mayor peso (arriba de miles de libras) el uso de contrapeso asociado con polipastos puede ser usado para reducir el tamaño del polipasto cuando sea posible.

1.3 FUNDAMENTOS DE ILUMINACIÓN PARA LA T.V

Si hacemos un razonamiento simple sobre la naturaleza de la luz, fácilmente deducimos que la luz es algo que sale del Sol, inunda nuestro medio y, con la ayuda de nuestros ojos, nos permite ver.

Hoy sabemos que la luz se origina en los átomos debido a la caída de los electrones a zonas más cercanas al núcleo. A este tránsito le acompaña una emisión de radiación. La luz visible es una parte de esta radiación. Por lo que el concepto luz se define como una onda electromagnética compuesta por fotones (partículas energizadas), cuya frecuencia y energía determinan la longitud de onda de un color que puede ser percibido por el ojo humano. El concepto es estudiado por la física, específicamente una ciencia a la que llaman óptica, que aborda el comportamiento, características y manifestaciones de la luz.

Desde siempre la física ha intentado explicar los fenómenos que experimenta la luz, La principal característica que se concluyó de los fenómenos experimentados por la luz fue la doble naturaleza que presenta; naturaleza ondulatoria (de ondas) cuando se propaga, y naturaleza corpuscular (de partículas) cuando interactúa con la materia.

1.3.1 ILUMINACIÓN

La iluminación es la acción o efecto de iluminar. En la técnica se refiere al conjunto de dispositivos que se instalan para producir ciertos efectos luminosos, tanto prácticos como decorativos. Con la iluminación se pretende, en primer lugar conseguir un nivel de iluminación, o iluminancia, adecuado al uso que se quiere dar al espacio iluminado, nivel que dependerá de la tarea que los usuarios hayan de realizar.

1.3.1.1 Iluminancia

En fotometría, la iluminancia (E) es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el lux: $1 \text{ lux} = 1 \text{ Lumen}/\text{m}^2$.

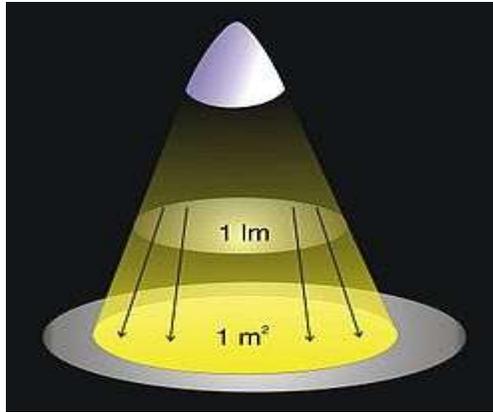


Ilustración 8 Iluminancia

En términos generales, la iluminancia se define según la siguiente expresión:

$$\text{ECUACION DE ILUMINANCIA: } E_v = \frac{dF}{dS}$$

Dónde:

- E_v es la iluminancia, medida en lux (no usa el plural luxes).
- F es el flujo luminoso, en lúmenes.
- dS es el elemento diferencial de área considerado, en metros cuadrados.

La iluminancia se puede definir a partir de la magnitud radiométrica de la irradiancia sin más que ponderar cada longitud de onda por la curva de sensibilidad del ojo. Así, si E_v es la iluminancia, E_λ representa la irradiancia espectral y $V(\lambda)$ simboliza la curva de sensibilidad del ojo, entonces:

$$Ev = K \int_{visible} E(\lambda)V(\lambda)d\lambda$$

Tanto la iluminancia como el nivel de iluminación se pueden medir con un aparato llamado fotómetro. A la iluminancia que emerge de una superficie por unidad de área se le denomina emitancia luminosa (M_V).

1.3.1.2 Flujo luminoso

El flujo luminoso es la medida de la potencia luminosa percibida. Difiere del flujo radiante, la medida de la potencia total emitida, en que está ajustada para reflejar la sensibilidad del ojo humano a diferentes longitudes de onda.

1.3.1.3 Radiometría

La radiometría es la ciencia que se ocupa del estudio de la medida de la radiación electromagnética. Su campo abarca todas las longitudes de onda del espectro electromagnético (frecuencias entre 3×10^{11} y 3×10^{16} Hz o longitudes de onda de entre 0,01 y 1000 micrómetros), al contrario que la fotometría que solo se ocupa de la parte visible del espectro, la que puede percibir el ojo humano. La radiometría es importante en astronomía, especialmente en la radioastronomía y en geofísica. La medida cuantitativa de la intensidad de la radiación se hace por medio de diferentes tipos de detectores que convierten parte de la radiación en calor o en una señal eléctrica, con termopares o fotodiodos.

1.3.1.4 Irradiancia

La irradiancia es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética. En unidades del sistema internacional se mide en W/m^2

1.3.2 TÉCNICAS DE ILUMINACIÓN PARA LA TELEVISIÓN

Las técnicas de iluminación indican que instrumento emplear y la forma de ajustarlo para lograr el efecto de iluminación deseado. En la mayoría de las producciones, el espacio disponible, el tiempo y el personal son insuficientes para lograr una iluminación de calidad cinematográfica. Por ejemplo, si se cuenta con poco tiempo para iluminar, la solución es inundar el estudio o locación con una luz altamente difusa, sin importar la naturaleza del acontecimiento. A pesar de que esta técnica puede satisfacer al operador de la cámara y tal vez al de video, este no siempre satisface los requerimientos estéticos de la producción.

Por ejemplo, si se considera la iluminación de una escena dramática que debiera escenificarse en una esquina oscura de la calle, no será convincente si todo se ilumina de forma brillante y uniforme mediante el empleo de luces suaves. Por otra parte, no existe motivo para consumir gran cantidad de tiempo en la elaboración de una iluminación dramática si se van a grabar noticieros o entrevistas. En estos casos la iluminación uniforme es satisfactoria.

Las limitaciones de tiempo no deben impedir que se busque una iluminación eficaz y creativa para la televisión; más bien exigen el entendimiento de los principios básicos de la iluminación y, especialmente, de la planeación previa.

Iluminación es la acción de controlar las luces y las sombras para mostrar la forma y la textura de un rostro o un objeto, sugerir un ambiente particular o, como sucede con la música, crear una atmósfera. Ya sea que se ilumine para una producción dramática o de otro tipo, existen muchas soluciones para un mismo problema. A pesar de que no hay una receta universal que funcione por igual para todas las situaciones de iluminación posibles, se cuenta con principios básicos para adaptarse fácilmente a una gran variedad de requerimientos específicos al enfrentar una tarea de iluminación, no conviene comenzar observando las limitaciones, es mejor,

aclarando que iluminación se desea, para después adaptarse a las facilidades técnicas existentes y, sobre todo, al tiempo disponible.

1.3.2.1 Tipos de iluminación

Cualquiera que sea el objetivo de la iluminación, es necesario trabajar con dos tipos de luces: direccional y difusa.

La luz direccional generada por luces directas que iluminan áreas relativamente pequeñas, tiene un haz de luz muy marcado que produce sombras densas y bien definidas. El sol de un día claro y sin nubes actúa como un gigantesco spot light que produce sombras densas y definidas.

La luz difusa ilumina áreas relativamente grandes a través de un haz amplio y poco definido. Se produce por medio de las luces difusas o flood lights, las cuales generan sombras suaves y transparentes. El sol de un día nublado actúa como una luz difusa ideal, ya que las nubes transforman los severos rayos del sol en luz altamente difusa.

1.3.2.2 Fuentes principales de iluminación

La terminología que se emplea para la iluminación se basa, en las funciones y en la posición de los instrumentos en relación al objeto que se iluminara, y no tanto en si la luz proporcionada por ellos es directa o difusa.

Tipos de Instrumentos de Iluminación:

Aunque existen variantes para los siguientes términos, casi todo el personal de iluminación de televisión, incluyendo al de la fotografía, utilizan la misma terminología estándar:

- Luz Clave: Luz principal proveniente de una fuente de iluminación direccional que incide sobre un sujeto o área; permite distinguir la forma básica del objeto.

- Luz trasera o Contraluz: Es la iluminación proveniente de atrás, dirigida al sujeto y opuesta a la cámara; permite distinguir la sombra del objeto del fondo y refuerza el contorno del objeto.
- Luz de relleno: La que reduce el rango de contraste de la sombra. Puede ser direccional si el área por rellenar es muy limitada.
- Luz de fondo o de escenografía: Se emplea para iluminar el fondo o la escenografía y se maneja por separado de la iluminación de los ejecutantes o del área de actuación.
- Luz lateral: Se coloca a un lado del sujeto, por lo general opuesta a la luz principal de la cámara. Algunas veces se emplean dos luces laterales, una a contra la otra, para lograr efectos especiales sobre un rostro que se ilumina.
- Luz de retroceso: Iluminación direccional proveniente de la parte trasera. Se coloca un poco del lado del sujeto, usualmente colocada en un lado opuesto a la luz principal.

La luz trasera solo proporciona luces intensas a la parte posterior de la cabeza y los hombros; la luz de retroceso proyecta luces intensas que definen un lado entero del elenco, produciendo el efecto de estar este separado del fondo.

1.3.2.3 Funciones de las fuentes principales de iluminación

1.3.2.3.1 Luz clave

Como fuente principal de iluminación, la función fundamental de la luz clave es revelar la forma básica del sujeto. Para lograrlo, la luz clave debe producir algunas sombras. Por lo general las luces directas Fresnel, en la posición de dispersión media, se emplean como iluminación clave. También pueden ser utilizados dos otros proyectores abiertos.

Si se desean producir sombras suaves se puede emplear luz difusa. No obstante, cuando no se cuentan con luces suaves, algunos directores de

iluminación utilizan una fórmula de los fotógrafos y cineastas, utilizar reflectores para conseguir la luz clave y la de relleno. En lugar de difundir ambas luces mediante el empleo de materiales difusores, la luz clave (fresnels) no se dirige directamente al sujeto, sino que se hace rebotar sobre una plancha de uniel o cartón blanco grande.

Durante el día la fuente de iluminación principal, el sol, proviene de arriba, por ello la luz clave es colocada normalmente en la parte superior y en el lado derecho o izquierdo del frente del objeto, desde el punto de vista de la cámara.

Para hacer más clara la delineación y la textura de la imagen del sujeto, es necesario agregar otras fuentes de iluminación a la luz clave.

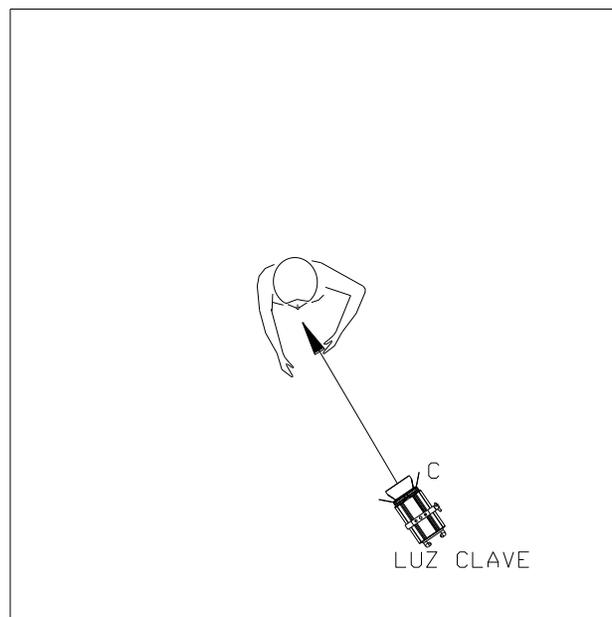


Ilustración 9 Luz clave

1.3.2.3.2 Luz trasera o Contraluz

Agregar iluminación proveniente de la parte posterior ayuda a separar al sujeto del fondo. El contraluz permitirá delinear y remarcar el contorno de la imagen del sujeto iluminado, lo que significa que se podrá

percibir con facilidad una figura frente a un fondo. Además de proveer definición espacial, la luz trasera agrega resplandor y refinamiento profesional.

En general, es recomendable colocar la luz trasera tan atrás del sujeto como sea posible; no existe ventaja alguna al colocarla de lado. Lo que si representa un problema grave, es lograr el control del ángulo vertical mediante el cual la luz trasera incide sobre el sujeto. Si esta se coloca directamente sobre la persona o en algún lugar cercano, la luz trasera se convierte en una indeseable luz superior.

En lugar de revelar el contorno de la persona y hacerla destacar del fondo al proporcionarle destellos al cabello, simplemente brilla sobre la cabeza, provocando sombras densas bajo los ojos y la barbilla. Por otra parte, si la luz trasera se coloca demasiado baja, brilla en dirección a la cámara.

Para obtener una buena iluminación trasera en el foro, es necesario un espacio amplio entre las áreas de actuación y el escenario de fondo. También se requiere colocar el mobiliario activo (utilería o artículos con los que el elenco interactúa), como sillas, mesas, sillones o camas, lejos de las paredes cuando menos a 2 o 3 metros hacia el centro del escenario. Si el elenco trabaja muy cerca de la escenografía, las luces traseras deben inclinarse para alcanzar ángulos muy empinados y cubrir los planos, lo cual causa una luz superior indeseable.

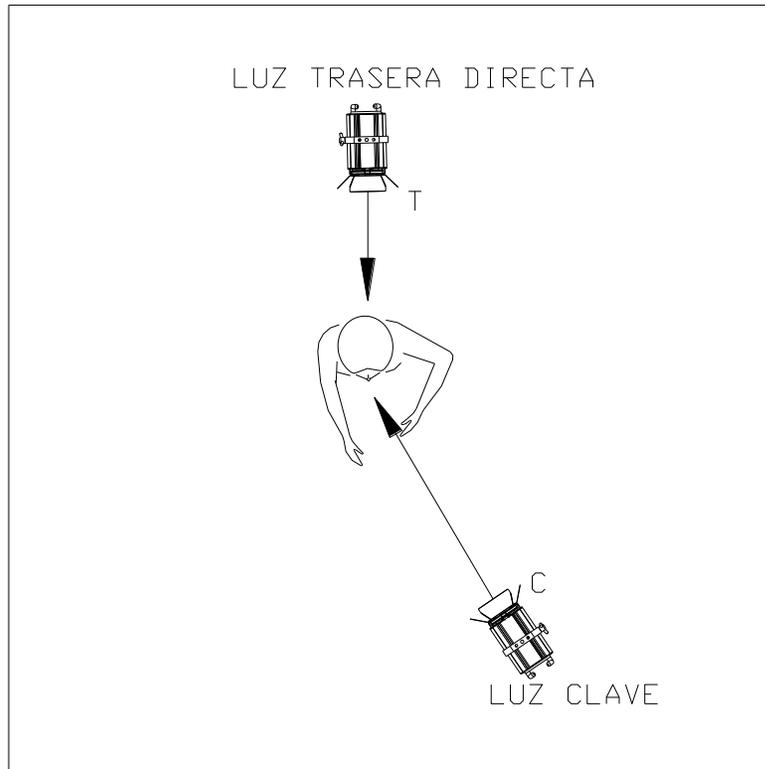


Ilustración 10 Luz trasera o Contraluz

1.3.2.3.3 Luz lateral

Por lo general se coloca a un lado del sujeto y puede funcionar también como luz clave o de relleno. Cuando se emplea como luz clave, produce una declinación rápida y provoca sombras densas en la mitad del rostro; cuando se emplea como de relleno, ilumina por completo el lado sombreado del rostro. Sin embargo, si se usa como clave y de relleno desde sitios opuestos, ambos lados del rostro se verán brillantes y el frente permanecerá sombreado. Si se emplean de modo apropiado, tal efecto puede resultar bastante dramático.

La luz lateral se convierte en una fuente de iluminación esencial cuando el arco de la cámara es muy amplio. Por ejemplo, si la cámara se mueve alrededor del sujeto (de la posición de las 6 a las 10 horas en el reloj) la luz lateral asume la función de la luz clave, es decir, debe ser

capaz de modelar la figura (iluminación para lograr un efecto tridimensional). A pesar de que las luces directas Fresnel en la posición difusora se utilizan casi siempre como luces laterales, el empleo de luces abiertas como laterales produce efectos de iluminación interesantes.

Para lograr una iluminación muy brillante, la luz clave puede apoyarse con luces de relleno laterales. La luz de relleno proporciona, al lado clave del sujeto, una iluminación básica; por su parte, la luz clave provee los reflejos y el acento necesarios.

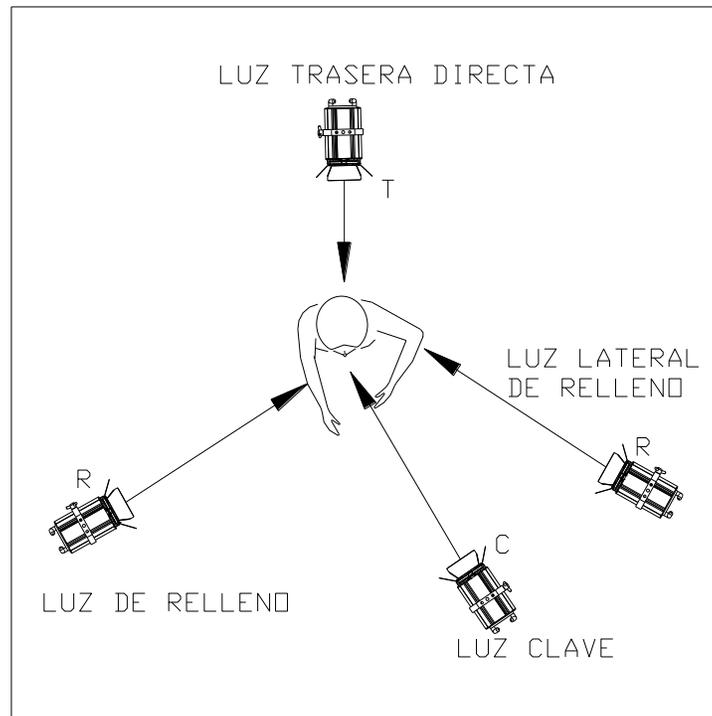


Ilustración 11 Instalación de la luz lateral de relleno

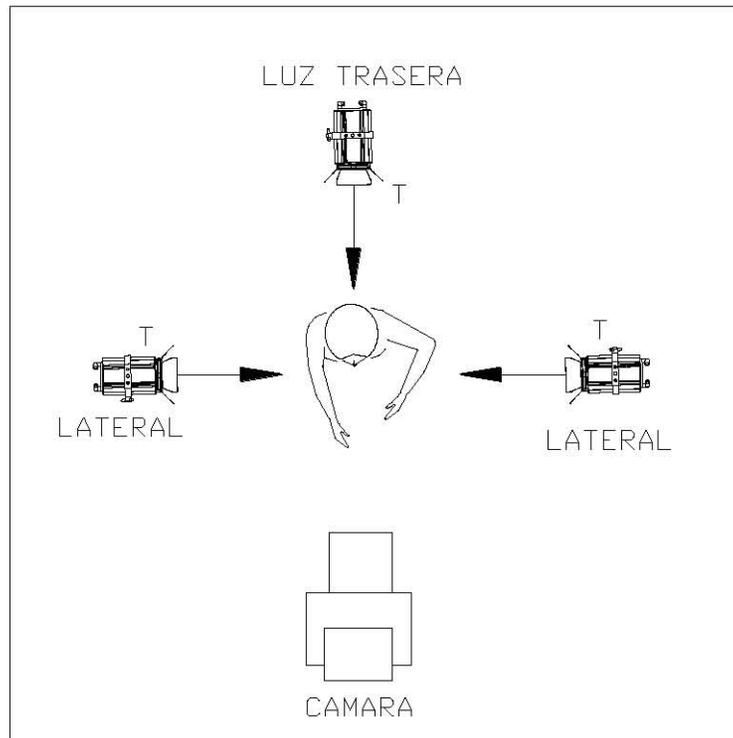


Ilustración 12 Luz lateral

1.3.2.3.4 Luz de retroceso

Como luz de retroceso se emplea generalmente una luz directa Fresnel muy enfocada, la cual incide sobre el sujeto desde atrás y contra la cámara y la luz clave (esto es, a un lado de la luz de relleno). Su propósito principal es dar relevancia al contorno del sujeto donde la declinación de la luz clave se hace más densa y la sombra del sujeto tiende a fundirse con la oscuridad del fondo. La función de la luz de retroceso es semejante a la luz trasera, con la diferencia de que la de retroceso "delinea" al sujeto no desde la parte superior trasera sino desde el lado inferior y de atrás.

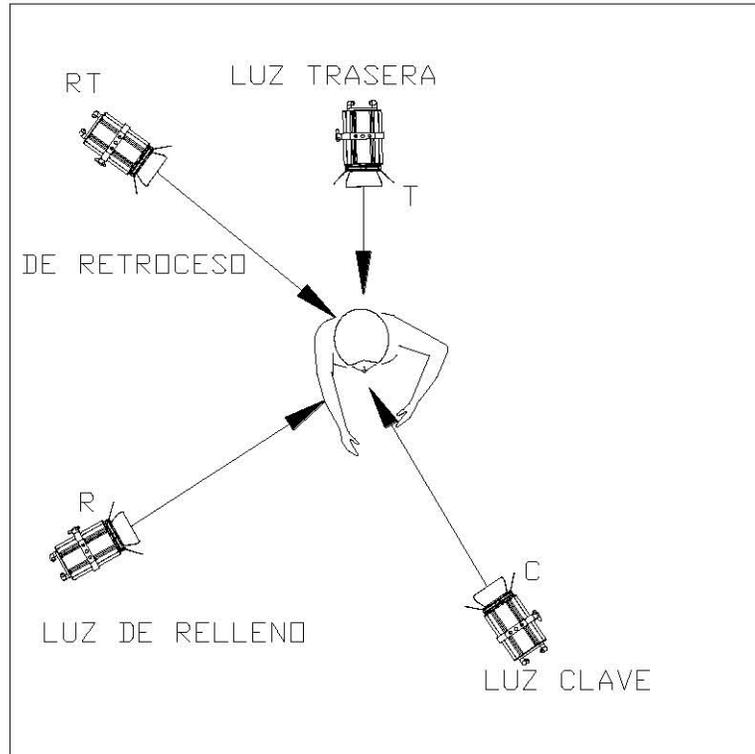


Ilustración 13 Luz trasera de retroceso

1.3.2.4 El principio fotográfico o la iluminación en triángulo

Como parte del arte de la fotografía, la televisión está sujeta a los principios de iluminación de la fotografía. El más básico de estos principios es el de la iluminación en triángulo, consistente en tres fuentes principales de iluminación:

La luz clave, la luz trasera y la luz de relleno. Cada una debe ser colocada para satisfacer de manera óptima la función que le ha sido asignada. La luz trasera en posición opuesta a la cámara, y directamente atrás del sujeto; las luces clave o de relleno a los lados de la cámara y al frente y a un lado del sujeto. A este tipo de instalación se le denomina iluminación en triángulo.

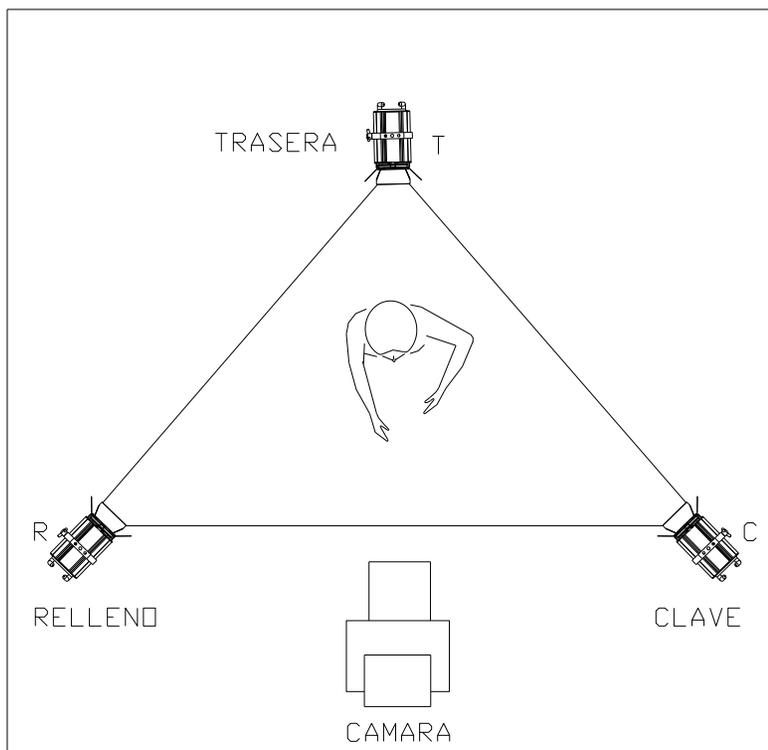


Ilustración 14 El principio fotográfico o la iluminación en triángulo

1.3.3 TÉCNICAS DE ILUMINACIÓN

Cuando la aplicación de los principios fotográficos en la iluminación se torna común, es posible recurrir a otras técnicas entre las cuales se incluye:

1. Iluminación para la acción continua.
2. Iluminación de grandes áreas.
3. Iluminación con fondo oscuro.
4. Iluminación de silueta.
5. Iluminación de *Chroma-key*.
6. Control de sombras de los ojos y el boom.

1.3.3.1 Iluminación para la acción continúa

El movimiento del elenco y las cámaras son un problema adicional de la iluminación para la televisión en producciones donde se emplean múltiples cámaras. La iluminación básica en triángulo con las luces clave, traseras y de relleno puede ser multiplicada y usarse en cualquier área de actuación o escenificación. Incluso cuando existen dos personas sentadas a la mesa, es necesaria la aplicación múltiple de la iluminación en triángulo básica.

Para compensar el movimiento de los actores, es necesario iluminar todas las áreas de la escenografía, de tal modo que las áreas iluminadas dentro del triángulo se superpongan. El propósito de esta sobre posición es proporcionar a los actores una iluminación continua mientras se mueven de un área a otra. No debe concentrarse solo en las áreas principales de actuación, desatendiendo las zonas pequeñas y aparentemente insignificantes que se encuentran entre ellas. Incluso puede pasar desapercibida la diferencia de la iluminación hasta que los actores se mueven por el foro. Por esta razón, es muy importante utilizar el fotómetro para localizar los espacios de poca luz por donde pueden moverse los actores.

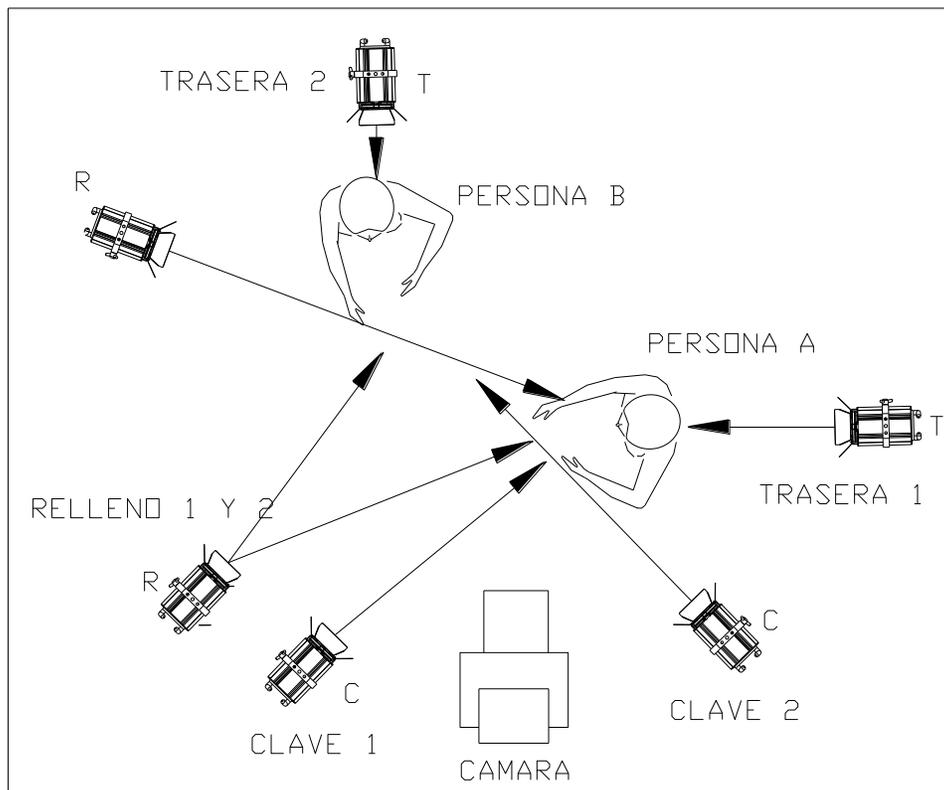


Ilustración 15 Aplicación de múltiples triángulos

Como se iluminan al mismo tiempo varias áreas del escenario para grabar una acción continua, puede suceder que no se cuente con los instrumentos suficientes para la iluminación en triángulo sobrepuesta. Por tanto, será necesario que algunos instrumentos de iluminación sean colocados para atender dos o más funciones.

En el ángulo inverso de la toma, por ejemplo, la luz clave para uno de los actores puede convertirse en la luz trasera de otro, y viceversa. Esta técnica se denomina cruce de luces clave (*cross-keying*). No obstante, también una luz clave puede emplearse al mismo tiempo como relleno direccional de otra área. Debido a que las luces de relleno tienen su haz abierto, también puede emplearse una sola luz de relleno para iluminar las sombras densas de más de un área.

Por supuesto, la aplicación de los instrumentos de iluminación para que asuman múltiples funciones exige el posicionamiento exacto de las piezas del escenario, como las sillas, que las áreas de actuación estén claramente definidas, así como el movimiento de los actores.

La iluminación correcta debe efectuarse teniendo siempre en cuenta las posiciones básicas de la cámara y con objetivos específicos. Por tanto, es de gran ayuda saber las posiciones básicas de la cámara y el rango particular de los principales puntos de vista de esta antes de comenzar con la iluminación.

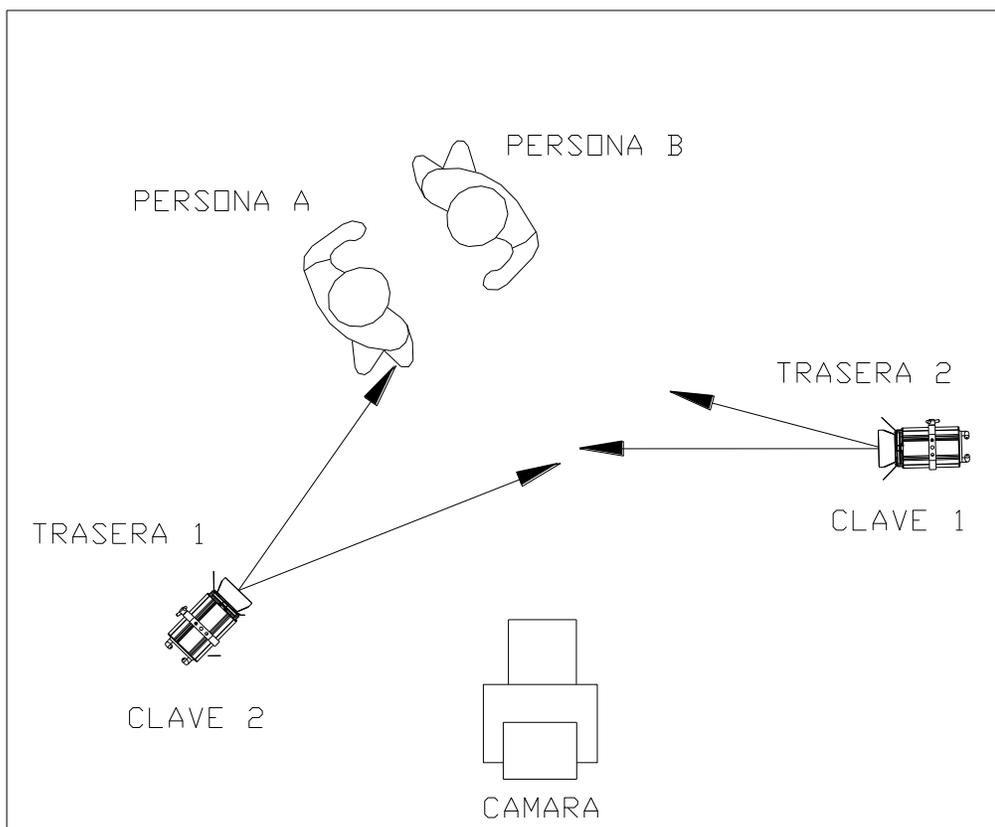


Ilustración 16 Cruce de luces clave

1.3.3.2 Iluminación de grandes áreas

Los principios fotográficos básicos se aplican para iluminar grandes áreas, como una audiencia o una orquesta. Por ellos es necesario efectuar la sobre posición parcial de un triángulo con otro hasta que se haya cubierto el área total. En lugar de que la luz clave se proyecte desde un solo lado de la cámara y la luz de relleno provenga del otro, aquella debe enviarse desde ambos lados de la cámara con el haz de los instrumentos en la posición flood (abierta). Así, la luz clave de un lado actuara como luz de relleno del otro.

Las luces traseras están encadenadas en hilera o en semicírculo y ubicadas en el lado opuesto de la posición principal de la cámara. Las luces de relleno por lo general surgen directamente del frente. Pero, si las cámaras se mueven a un lado, algunas de las luces clave también funcionan como luces posteriores. Asimismo, se pueden emplear luces difusas o luces fluorescentes en lugar de las luces directas Fresnel para este tipo de iluminación.

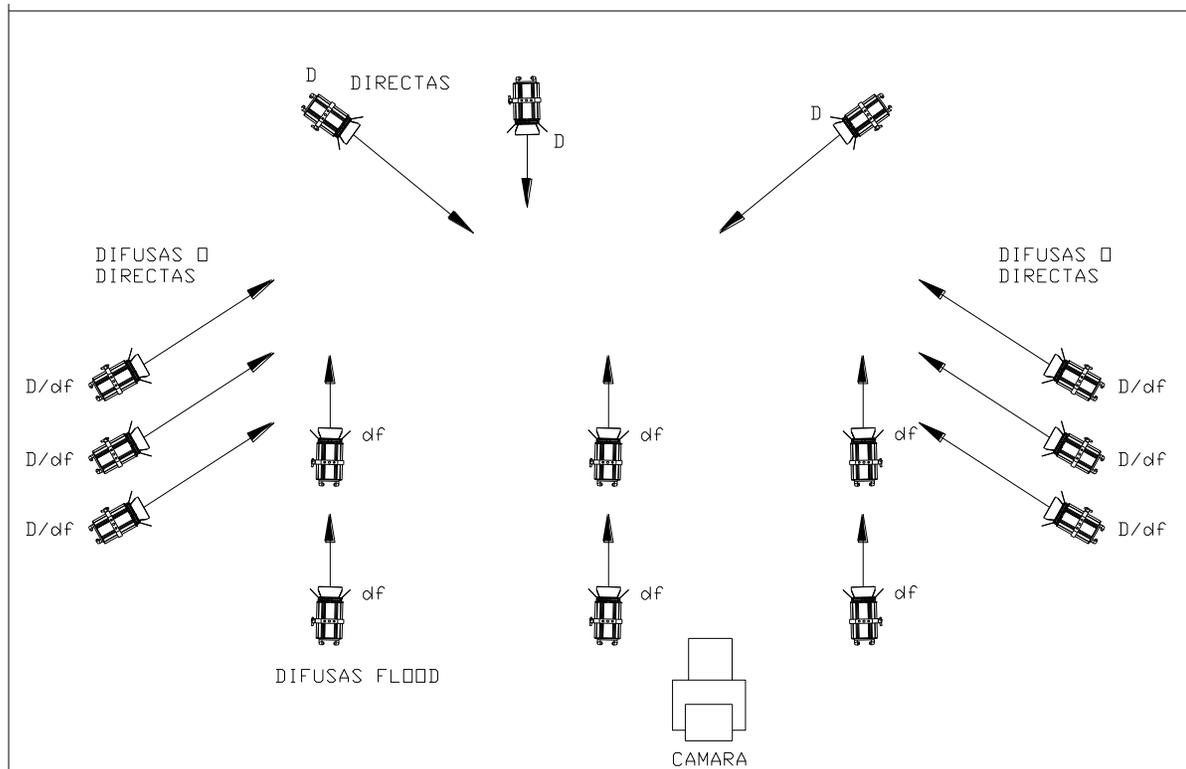


Ilustración 17 Cruce de luces clave para áreas grandes

1.3.3.3 Iluminación con fondo oscuro

Algunos programas de televisión y sobre todo los de corte dramático, son escenificados por lo general en medio de un estudio vacío y contra un fondo sin iluminar. Esta técnica consiste en que los actores son fuertemente iluminados contra un fondo oscuro. Todas las luces para este tipo de iluminación, deben ser altamente direccionales y es posible alcanzar mayor eficacia a través del empleo de luces directas con viseras. Si se trabaja en estudios pequeños, las áreas de fondo deben protegerse

cuidadosamente con telas negras para que absorban la luz, evitando con ello que existan brillos que distraigan la atención.

1.3.3.4 Iluminación de una silueta

Para lograr el efecto de una silueta es necesario proceder de manera opuesta a como se hace para la iluminación con fondo oscuro. En la iluminación de silueta lo que se ilumina es el fondo mientras las figuras del frente permanecen sin luz.

De esta forma, lo único que se observa es el contorno de los objetos y la gente, no su volumen ni textura. Es evidente que el efecto de silueta debe emplearse solo para aquellas escenas que adquieran una ganancia al destacar su contorno.

Por otra parte, también puede usarse este efecto para esconder la identidad de la persona que muestra la cámara.

Para obtener una iluminación de silueta, es necesario utilizar luz altamente difusa y suave, con el propósito de lograr una iluminación pareja del fondo. Iluminación del área Chroma-Key:

El área Chroma Key de un escenario es un fondo azul (en ocasiones verde) que se emplea para agregar a la imagen fondos generados electrónicamente, los cuales reemplazan dichos fondos azules durante la producción.

En los reportes del tiempo se emplea con mayor frecuencia. El conductor parece estar de pie frente al mapa donde se muestra el clima, en realidad se encuentra frente a una proyección de fondo azul en un espacio vacío, y aunque aparenta observar el mapa, lo que hace es dirigirse a un fondo azul vacío y ver, a través de un monitor, el mapa que guía sus movimientos y que reemplaza el área azul.

El aspecto más importante para lograr la iluminación del área Chroma-key radica en la iluminación uniforme del fondo del escenario, lo

que significa que el fondo azul necesariamente debe lograrse mediante el empleo de instrumentos de iluminación altamente difusos, como luces suaves. En el caso poco usual de tener áreas oscuras o manchas de luz, la imagen electrónica que suplirá al fondo se verá descolorida, o peor aún, tendera a abrirse. Por ello, cuando se ilumina el primer plano, como en el caso de reporte del tiempo, es necesario prevenir que cualquiera de las luces que se emplean incidan sobre el área Chroma key. Cualquier derrame de luz sobre la iluminación del fondo estropeará el Chroma key.

Algunas veces, cuando se observa el efecto Chroma-key, es posible notar que el contorno del locutor que hace el reporte del tiempo vibra con varios colores o que no tiene definición. Uno de los principales motivos de la vibración de los contornos radica en que el reflejo del propio fondo provoca que algunos colores se vean especialmente oscuros o que las sombras adquieran un tinte azul. Durante el proceso Chroma-key las manchas azules se transparentan y permiten que la imagen del fondo se haga visible a través de ellas. Para contrarrestar el tono azulado de las sombras, pueden colocarse gelatinas color amarillo o naranja tenue sobre cualquier luz trasera o de retroceso. Así, la luz posterior no solo separará el sujeto del primer plano de la imagen del fondo, por medio de la iluminación del contorno, sino que también neutralizará las sombras azules al complementarlas con el color amarillo. El resultado será el contorno definido del encargado del reporte del tiempo durante el Chroma-key.

De cualquier forma, es recomendable cuidar que la luz amarilla no incida sobre el rostro, los brazos o manos de la persona que se encuentre en el área Chroma-key.

1.3.3.5 Control de las sombras en los ojos y en el boom

Cuando la luz clave incide sobre la persona desde un ángulo muy forzado, genera sombras grandes sobre cualquier hendidura y bajo cualquier protuberancia, tal como las cavidades de los ojos o bajo la nariz y la barbilla. Si el sujeto utiliza anteojos, la sombra del círculo superior de los marcos puede proyectarse directamente sobre los ojos, lo cual evita que la cámara y el telespectador los pueda ver con claridad.

Existen varias formas para disminuir estas sombras indeseables. Primero, se debe intentar reducir la posición vertical del propio instrumento o alejar la luz clave de la persona. Si se opta por bajarla debe notarse que mientras más abajo se coloque la luz clave y más se aproxime al nivel de los ojos de la persona, las sombras de los ojos parecerán moverse hacia arriba del rostro o, por lo menos, hacerse más pequeñas.

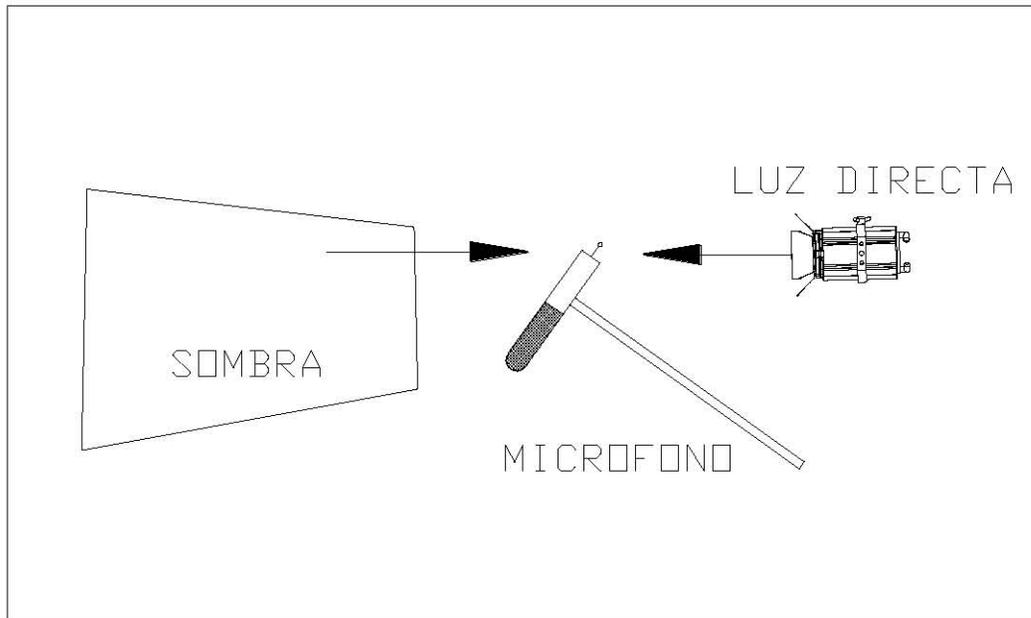


Ilustración 18 Localización de la luz que causa la sombra

Tan pronto como las sombras se escondan tras la parte superior del marco de los lentes, la luz clave debe asegurarse en su posición. Por supuesto que esta técnica funciona bastante bien siempre y cuando el sujeto no se mueva demasiado. Segundo, también se pueden reducir las sombras en los ojos por medio de la iluminación del sujeto desde ambos lados, empleando instrumentos similares. Tercero, las luces de relleno pueden reposicionarse para que su luz incida sobre el sujeto directamente de frente y desde un ángulo bajo, lo cual proyectara las sombras hacia arriba y fuera de los ojos.

1.3.3.5.1 Sombras del micrófono boom

A pesar de que no se emplean grandes micrófonos boom en el estudio, excepto para algunas escenificaciones dramáticas, los principios para eliminar las sombras de los boom se aplica también a los que operan manualmente, como las canas.

Cuando un micrófono boom se mueve frente a una escena iluminada, en este caso una sola persona, y modifica ligeramente la posición del boom, es posible notar su sombra en el fondo o incluso, sobre el actor, cuando el micrófono o el boom atraviesan directamente el haz de la luz directa.

Estas sombras distraen de manera especial cuando entran y salen durante el transcurso de una escena muy dramática, o cuando se proyectan con claridad sobre la pared o cortinados. No obstante, existen dos formas de evitar las sombras del boom: mover la luz y/o el boom para que su sombra no se proyecte dentro del rango de visión de la cámara o emplear luces altamente difusas que permitan que las sombras se tornen casi invisibles. Primero es necesario ubicar la luz que proyecta la sombra del boom. Por sencillo que parezca, no siempre es fácil localizar el instrumento que genera el problema, sobre todo cuando son varias las luces directas que iluminan diversas áreas del estudio. Por ello, la manera más sencilla de localizarla luz, es mediante un giro con la cabeza, desde la sombra del boom, hasta el lugar en que el micrófono se sostiene. La luz que proyecta la sombra no necesariamente brillara frente a sus ojos. Sin embargo, si lo expresamos de una forma más técnica, el instrumento debe localizarse en algún lugar de la línea imaginaria que se dibuje desde la sombra hasta el micrófono que la proyecta.

En este caso, simplemente apague el instrumento que se supone provoca el problema. Si esta medida debilita seriamente la instalación de la luz, trate

de colocar el boom de tal forma que no tenga la necesidad de colocarse a través del haz de la luz clave.

Otra manera de evitar las sombras del boom es mediante la iluminación más empinada de lo normal. Esto se logra al acercar la luz clave al escenario. Mientras más próximas del escenario se ubiquen las luces, mas inclinación será necesaria para iluminar su objetivo. Así la sombra del boom se proyectara sobre el piso del estudio en lugar de reflejarse sobre el rostro del elenco o en el fondo, y por tanto estará fuera del rango de la cámara. El problema de esta técnica radica en que una luz clave empinada produce sombras largas bajo los ojos y la barbilla.

Dado que la luz difusa que proporcionan las luces abiertas y las luces suaves proyecta sombras suaves y menos definidas, una solución obvia para este problema es iluminar todo con luces difusas de tal modo que las sombras apenas se noten.

1.3.3.5.1 Contraste

La cámara de televisión es capaz de tolerar un contraste relativamente limitado entre las manchas más claras y las más oscuras de una escena, si se desea que la imagen muestre las sutiles diferencias de brillo que puedan existir entre las áreas oscuras, los rangos intermedios, y las áreas claras. Es importante destacar que el contraste no depende tanto de la cantidad de luz que emiten los instrumentos de iluminación, sino más bien de la cantidad de luz que reflejan los colores y las diversas superficies iluminadas. Por ejemplo, un refrigerador blanco, un impermeable amarillo y un plato de latón pulido reflejan mucha más luz que un terciopelo azul oscuro, incluso si son iluminados por la misma fuente. Si se coloca el plato de latón sobre el terciopelo, quizás exista demasiado contraste como para que la cámara de televisión pueda manejar adecuadamente la imagen y todavía ni siquiera se empieza a iluminar.

Por tanto, es importante resaltar que cada vez que se enfrente un problema de contraste, es necesario tomar en consideración la relación de contraste entre los diversos factores, como la incidencia de la luz sobre el sujeto, la cantidad de luz que se refleja y la diferencia que pueda existir entre el primer y último planos, o entre la mancha más clara y la más oscura de la imagen.

Debido a que el problema que se enfrenta tiene que ver más con las relaciones que con valores absolutos, el límite de contraste de una cámara se expresa en razones.

Razón de contraste: como el mantel blanco de la escenografía es demasiado blanco en relación con los rostros de las personas que habrán de sentarse a la mesa. Si ellos visten algo oscuro, como un vestido púrpura o un abrigo azul, todo se verá uniformemente oscuro, es decir, que no se percibirán detalles en las sombras.

1.3.3.5.1.1 Límite del contraste

Con el propósito de mantener la razón de contraste dentro de los límites de tolerancia de la cámara (normalmente 40:1), es necesario seguir los principios que se presentan a continuación:

- Asegurarse de considerar la reflectancia general de los objetos. Es evidente que un objeto que refleja la luz con intensidad necesitara menos iluminación que uno altamente absorbente.
- Es necesario evitar los contrastes extremos de brillantez en una misma toma. Por ejemplo, si es necesario mostrar la nueva línea de porcelana china, es recomendable no colocarla sobre un mantel de color púrpura oscuro, sino, sobre uno claro que refleje más la luz. De esta manera, se puede limitar la cantidad de luz que incide sobre la porcelana, sin hacer que el mantel se vea demasiado oscuro y turbio.
- Las áreas sombreadas deben iluminarse por medio de niveles generosos de luz difusa. Esto permitirá mostrar ciertos detalles que

de otra forma se ocultaran tras la sombra, al tiempo que se reduce el contraste.

Estas tres técnicas para limitar el contraste son muy importantes cuando se iluminan personas. Por ejemplo, si se realiza un comercial en una cocina integral color blanco y de material altamente reflejante, puede encontrarse que a pesar de la iluminación del propio actor, su rostro se ve bastante oscuro en relación con el fondo claro. Si se ilumina más el rostro, el problema no se remediara y, por el contrario, se provocara que más luz incida sobre el ya de por si brillante escenario. En lugar de ello, debe reducirse la iluminación del fondo reflejante. Así el rostro lucirá apropiadamente iluminado sobre un fondo más oscuro.

1.3.3.5.2 Balance de intensidad

Incluso cuando se ha ajustado cuidadosamente tanto la posición como los haces de las luces clave, traseras y de relleno, todavía es necesario efectuar el balance de sus intensidades relativas. Cabe destacar que no solo la dirección de las luces orienta al telespectador acerca de la hora del día en que transcurre la escena, sino también sus intensidades. Por ejemplo, es posible sugerir que es la luz de la luna la que ilumina una escena, si se efectúa una instalación donde la luz trasera sea intensa y la luz clave tenue.

Existen varios argumentos acerca de la necesidad de balancear en primer término las luces clave y las traseras o darles prioridad a las clave y las de relleno. De hecho, poco importa cuál sea el orden mientras que el efecto final sea una imagen bien balanceada. No obstante, el balance de las tres luces del triángulo depende de que se intenta transmitir al telespectador. Por tanto, no es posible emplear razones precisas de

intensidad sobre las luces clave, traseras y de relleno como guía absoluta para lograr una iluminación eficaz. Aun así, existen razones que han probado ser benéficas para un cierto número de tareas de iluminación rutinarias. Siempre es posible iniciar con estas razones para ajustarlas después a las tareas específicas de iluminación.

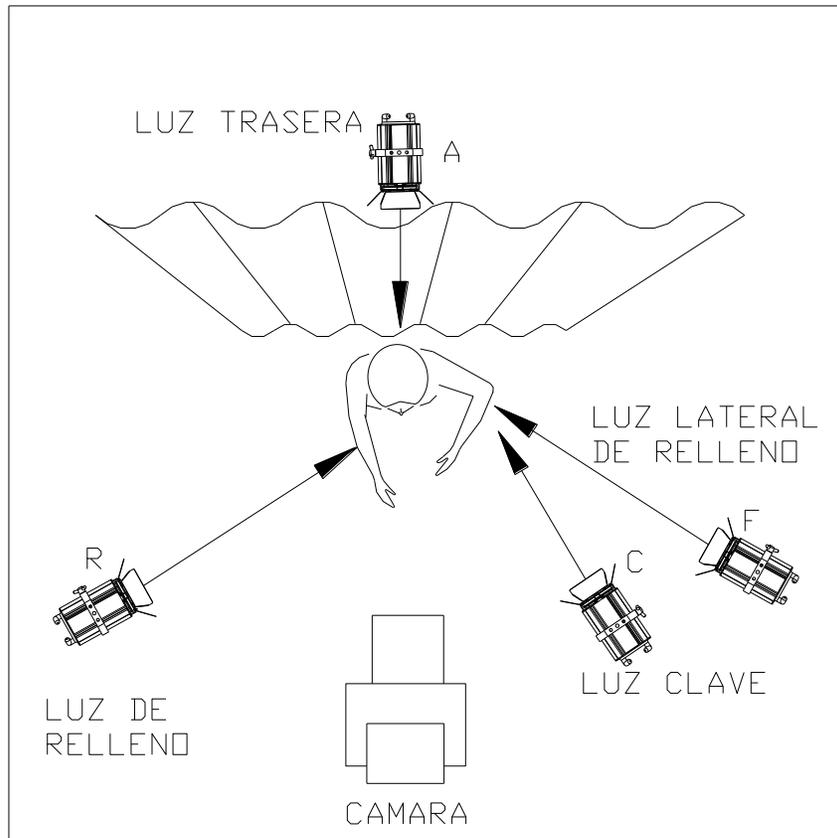


Ilustración 19 Razones de iluminación

1.3.3.5.2.1 Razón entre luces clave y traseras

En condiciones normales, las luces traseras tienen aproximadamente la misma intensidad que las luces clave. La intensidad inusual de la luz trasera provoca que las personas luzcan glamorosas, mientras que una luz trasera mucho más baja que la luz clave tiende a no percibirse en el monitor. Un actor con cabello rubio y traje color claro necesitará una luz trasera considerablemente menor que uno de cabello oscuro con vestuario

negro. La razón 1:1 entre la luz clave y la trasera (luces clave y de atrás de igual intensidad) pueden llegar hasta 1:1,5 (la luz trasera tiene una vez y media más intensidad que la luz clave) si es necesaria una buena cantidad de destellos o si el actor tiene el cabello oscuro y de textura absorbente de la luz.

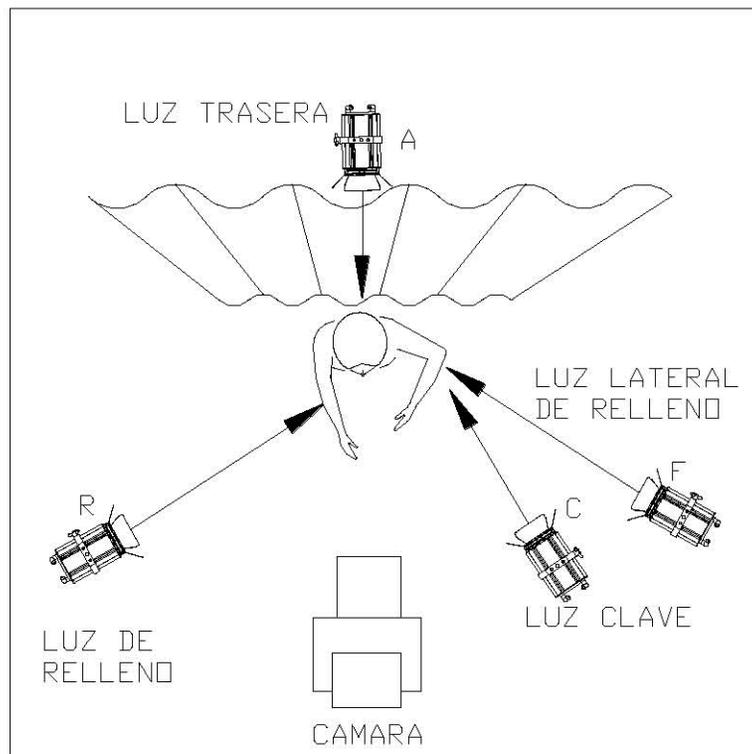


Ilustración 20 Razones de iluminacion

1.3.3.5.2.2 Razón entre las luces clave y de relleno

La intensidad de la luz de relleno depende de cuan rápida es la declinación que se requiere. Si se desea una declinación rápida para lograr un efecto dramático, será necesaria poca luz de relleno. Por tanto, resulta inútil establecer una razón estándar entre la luz clave y la de relleno. Sin embargo, para los principiantes es recomendable iniciar con una relación

de intensidades donde la luz de relleno sea de solo la mitad de la luz clave para ir ajustando a partir de esta. Es necesario recordar que, mientras más luces de relleno se empleen, menor será el modelaje logrado por medio de la luz clave y más se suavizará la textura (como el rostro de una persona). No obstante, si la luz de relleno es baja, las densas sombras no mostrarán detalles, y puede correrse el riesgo de que el color se distorsione en esas áreas. Por ejemplo, si un detective hace referencia a que una mujer tiene una pequeña cicatriz en el lado izquierdo de la cara y el acercamiento de su rostro no muestra más que una sombra densa en el lugar donde la cicatriz debería aparecer, si la sombra oculta un interruptor importante del producto que se demuestra, definitivamente la razón entre la luz clave y la luz de relleno está mal.

Si se necesitara iluminar una escena cuyos requerimientos fueran iluminación básica alta y bajo contraste, se emplearían luces difusas tanto para la luz clave como para la de relleno, con esta última encendida casi a la misma intensidad que la luz clave. Es posible que la luz trasera deba encenderse a una intensidad mayor para que provea los destellos necesarios.

1.3.3.5.3 Esquema de Iluminación

El esquema de iluminación debe mostrar:

1. La ubicación de los instrumentos de iluminación en relación con el escenario, los objetos iluminados y las áreas.
2. La dirección de los haces principales.
3. El tipo y tamaño de los instrumentos que se emplearán.

Para elaborar un esquema de iluminación eficiente, es necesario contar con un plano del piso que muestre con precisión el escenario y la utilería, las posiciones principales del elenco y de la cámara, así como los

ángulos de las tomas. Debido a que la mayor parte de esta información por lo general no está disponible para los programas rutinarios, estos se iluminan sin un esquema de iluminación.

No obstante, si lo que se debe iluminar es un programa atípico, como por ejemplo una entrevista a un personaje importante, un esquema de iluminación logra que la producción se realice de manera menos arbitraria y que el personal de iluminación ahorre tiempo y energía. Además, el esquema podrá utilizarse para acontecimientos futuros semejantes.

Una forma fácil de elaborar un esquema de iluminación es colocar una hoja transparente sobre la copia del plano del piso y dibujar sobre esta las luces. Es necesario emplear símbolos distintos para identificar las luces clave (spots) y las difusas, y flechas para indicar la dirección principal de sus haces.

Es recomendable trabajar junto con el diseñador de la escenografía o con el floor manager, responsable de la instalación, para que desde un principio la colocación del escenario disminuya la necesidad de mover los instrumentos y ayude a lograr la iluminación deseada.

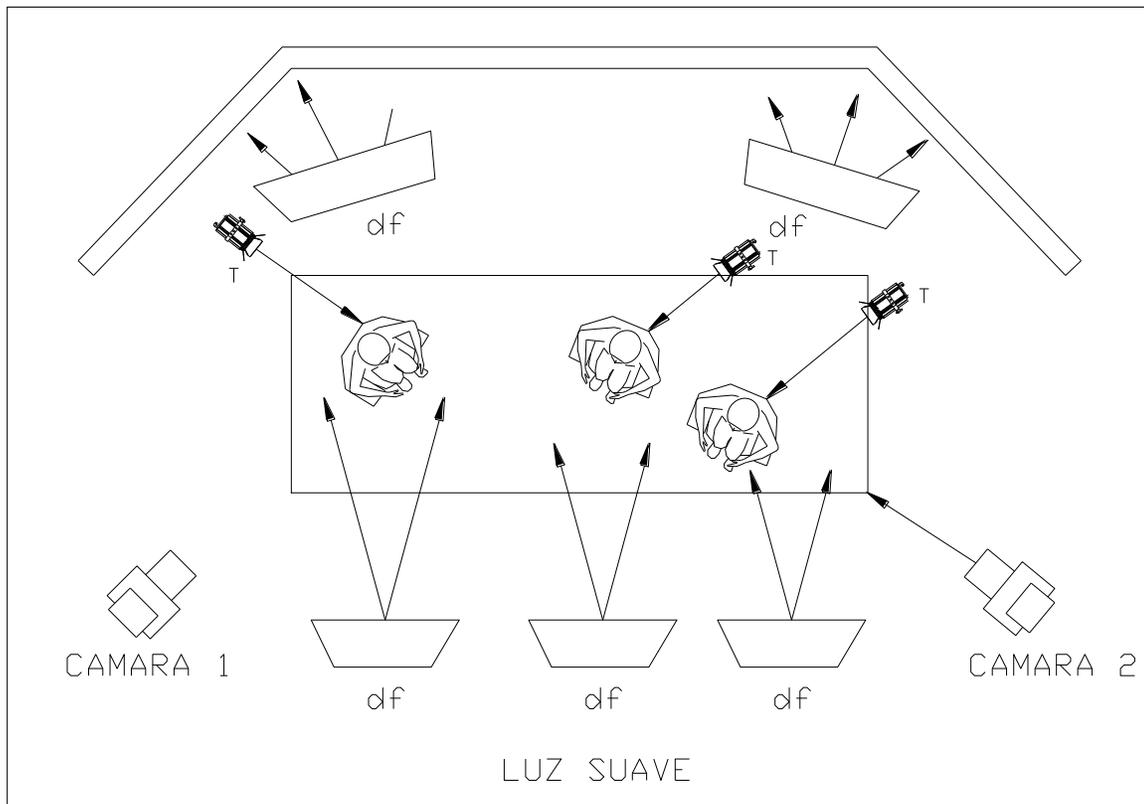


Ilustración 21 Esquema de iluminación plana para entrevista

1.3.3.6 Seguridad

Durante la operación real de los instrumentos de iluminación y el equipo de control asociado, es necesario obedecer la regla de todas las actividades de producción: Lo primero es la seguridad. Es necesario asegurar siempre con cables o cadenas de seguridad los instrumentos de iluminación al grid o parrilla de iluminación, como así también las viseras y porta filtros a los instrumentos.

Asimismo, también es importante supervisar periódicamente todas las grapas C y los pernos que conectan los instrumentos de iluminación con los mecanismos de suspensión. Se requiere ser cauto al conectar

lámparas y mover instrumentos encendidos. Debido a que las lámparas calientes son vulnerables a golpes, es necesario mover los instrumentos con cuidado y suavidad.

Se deben emplear guantes siempre que se trabaje con instrumentos de iluminación en funcionamiento, a fin de proteger a los operadores de quemaduras cuando sea necesario tocar una lámpara caliente.

Antes de reemplazar las lámparas, es necesario esperar a que se enfríen. Para quitarla lámpara quemada, el instrumento debe apagarse. Como doble medida de seguridad, desconecte el instrumento desde la energía eléctrica al reemplazar una lámpara.

Si es necesario movilizar las escaleras para efectuar el ajuste del haz de luz de un instrumento, colóquelas para trabajar desde la parte de atrás y no de frente al instrumento.

1.3.3.7 Puntos Importantes

- Toda iluminación emplea luces directas y/o difusas
- La luz clave es la fuente principal de iluminación y debe revelar la forma básica del objeto
- La luz trasera debe ayudar a diferenciar la sombra del objeto del fondo y delinear el contorno del objeto. Proporciona destellos a la imagen.
- La luz de relleno reduce la declinación y quita densidad a las sombras.
- La luz de fondo o del escenario ilumina el fondo de la escena y del escenario. La luz actúa como luz de relleno adicional. La luz de retroceso se emplea para delinear, desde un ángulo bajo, el contorno de un objeto que de otra forma parecería fundirse con el fondo.

- La mayoría de las instalaciones de iluminación para la televisión se realizan bajo el principio básico de la fotografía, es decir, la iluminación en triángulo de las luces clave, traseras y de fondo.
- Las técnicas de iluminación específicas incluyen iluminación para acción continua, iluminación de grandes áreas, iluminación con fondo oscuro, iluminación de siluetas, iluminación del Chroma-key, y el control de las sombras sobre los ojos y del boom.
- Declinación significa la velocidad con la que el lado iluminado de un sujeto cambia a sombra, así como la densidad de las áreas oscuras. Declinación rápida quiere decir que las áreas de luz y sombra estén claramente marcadas y que las sombras son densas.
- Declinación lenta indica que la transición de la luz a la sombra es más gradual y que las sombras son, en alguna medida, transparentes.
- Una escena con iluminación baja posee un fondo oscuro y declinación rápida y selectiva, además de una atmósfera dramática y misteriosa. Una escena con iluminación alta posee un fondo claro, su nivel de iluminación básico es alto, y por lo general, transmite una atmósfera rítmica y alegre.
- Contraste es la diferencia entre las áreas más brillantes y las más oscuras de una escena.
- La razón de contraste se logra a partir de la lectura de la luz reflejada. La razón de contraste óptima normal es de 40:1. En las cámaras digitales esta razón puede ser mayor, es decir, son capaces de tolerar contrastes más altos.
- El balance de intensidades de los diversos instrumentos de iluminación depende, en gran medida, del efecto que se desea transmitir.

- El esquema de iluminación indica la ubicación de los instrumentos de iluminación, la dirección principal de sus haces y, algunas veces, el tipo y tamaño de las luces que se emplearan.
- Durante la operación de iluminación se deben obedecer las normas de seguridad pertinentes, tales que rigen la operación mecánica. Eléctrica, electrónica y de salud en el trabajo, en la institución, regiones o país de que se trate.

1.4 AUTOMATIZACIÓN

Para poder adentrarnos en el desarrollo de este tema, debemos saber en primera instancia el concepto de automatización, ya que es el principio por el cual desarrollaremos este dispositivo. Se define como el uso de sistemas o elementos de control en combinación con sistemas computarizados para reducir la intervención humana y controlar maquinarias y/o procesos industriales. La palabra automatización se origina del griego antiguo *auto* que significa *guiado por uno mismo*.

El alcance va más allá que la simple mecanización de los procesos ya que ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano.

Las primeras máquinas simples sustituían una forma de esfuerzo en otra forma que fueran manejadas por el ser humano, tal como levantar un peso considerable con sistema de poleas o con una palanca. Posteriormente las máquinas fueron capaces de sustituir formas naturales de energía renovable, tales como el viento, mareas, o un flujo de agua por energía humana.

Como se ha mencionado, las ventajas en la automatización de un proceso, se ven cuando se hace reemplazo de operadores humanos en tareas tediosas, en tareas que deberían ser hechas en ambientes de alto riesgo o que están más allá de las capacidades humanas como manejar cargas muy pesadas, objetos muy grandes.

Podemos mencionar como desventajas de automatización la tecnología limitante, esta se presenta cuando la tecnología actual no es capaz de automatizar las tareas deseadas. Los costos de desarrollo impredecibles son otra de las desventajas. El costo de la investigación y desarrollo para automatizar un proceso es difícil de predecir con exactitud de antemano. Desde que este costo tiene un gran impacto en la

rentabilidad, es posible terminar de automatizar un proceso solo para descubrir que no hay una ventaja económica haciéndolo.

La automatización de un producto nuevo requiere de una gran inversión inicial en comparación con el costo unitario del producto, aunque el costo de la automatización se extiende en muchos lotes de producto. La automatización de una planta requiere una gran inversión inicial también, aunque este coste se reparte en los productos que se producen.

Uno de los factores controversiales es el desempleo. Es comúnmente pensado que la automatización implica desempleo debido a que el trabajo que un ser humano desempeñaba, es realizado en parte o completamente por una máquina. No obstante, el desempleo es causado por políticas económicas de administración como despedir a los empleados en vez de cambiar sus tareas. Desde que las políticas generales de muchas de las plantas industriales es despedir gente, en estos días, automatización implica desempleo. En diferentes escenarios sin trabajadores, automatización implica mucho más tiempo libre en vez de desempleo como el caso de la automatización de máquinas de lavado en casa. La automatización no implica desempleo cuando se hacen tareas inimaginables como una exploración en marte o cuando la economía está plenamente adaptada para una tecnología como con el conmutador telefónico.

El costo de la automatización para el entorno es diferente dependiendo de la tecnología, producto o máquina automatizada. Hay máquinas automatizadas que consumen más recursos energéticos en comparación de las máquinas que sustituyeron.

1.4.1 CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS

Un control de motor es un dispositivo o un grupo de dispositivos que sirven para gobernar de alguna forma predeterminada el desempeño de un motor eléctrico. Un controlador de motor puede incluir un arranque y paro,

manual o automático, seleccionar rotación en reversa, regular la velocidad, o limitar el torque, y proteger contra sobrecarga y fallas.

El caso más simple es un switch usado para conectar un motor a la fuente de energía, como en pequeñas aplicaciones o herramientas de potencia. El switch puede ser operado manualmente, o puede ser conectado a un relay o contactor como una forma de sensor para automáticamente parar o iniciar el motor. El switch puede tener muchas posiciones para seleccionar diferentes conexiones del motor. Esto puede permitir reducir el voltaje de inicio del motor, control de reversa, o seleccionar velocidades múltiples.

Un controlador de motor eléctrico puede ser clasificado por el tipo de motor que maneja, como de imán permanente, servo, serie, corriente alterna.

Un controlador de motor es conectado a una fuente de poder como lo es un banco de baterías o una red de alimentación comercial, un circuito de control con señales de entrada de forma analógica o digital.

1.4.1.1 Accionador eléctrico

Un accionamiento industrial eléctrico es definido como el conjunto de dispositivos que actúan en conjunto para la realización de una tarea determinada. Un accionamiento recibe energía (en este caso eléctrica) y debe producir movimiento.

El 60% de la energía eléctrica es convertida en energía mecánica

Partes de un Accionamiento Eléctrico

- Máquina Accionada
- Motor Eléctrico (Llamado Actuador)
- Sistema de Control

Actuadores

- Eléctricos
- Neumáticos
- Hidráulicos

Neumáticos

- Se utilizan para fuerzas moderadas concentradas en un gran número de puntos.
- Subordinadas a comandos “on - off” como sucede en las líneas de producción.

Hidráulicos

- Permiten desarrollar fuerzas de valores considerados elevados
- En general incluyen dispositivos para el control de posición en controles de malla cerrada.

Accionamientos de Velocidad Variable

- Permiten ajuste de velocidad, posición o par dentro de ciertas condiciones de variación.
- También pueden destinarse al ajuste de otras variables como por ejemplo: caudal, posición, nivel, concentración, etc.

Convertidores Estáticos de Potencia

Aplicaciones

- Máquinas y Herramientas
- Laminadoras

- Maquinaria Textil
- Sistemas de Bombeo
- Ventiladores
- Tracción
- Movimientos Verticales y Horizontales
- Otros

1.4.1.2 Arrancadores

Un motor pequeño puede ser arrancado simplemente conectándolo a un receptáculo eléctrico o usando un switch o circuito interruptor. Un motor más grande necesita un arrancador especial llamado arrancador o contactor.

Un arrancador suave conecta el motor al suministro de poder a través de un dispositivo de reducción de voltaje e incrementa el voltaje aplicado gradualmente o en pasos.

1.4.2 SISTEMAS DE CONTROL

1.4.2.1 Principios generales sobre control de motores eléctricos

Existen algunas condiciones que deben considerarse al seleccionar, diseñar, instalar o dar mantenimiento al equipo de control del motor eléctrico.

El control del motor era un problema sencillo cuando se usaba una flecha maestra común, a la que se le conectaban varias máquinas, porque el motor tenía que arrancar y parar sólo unas cuantas veces al día. Sin embargo, con la transmisión individual el motor ha llegado a ser casi una parte integrante de la máquina y es necesario diseñar el controlador para ajustarse a sus necesidades.

Control del motor es un término genérico que significa muchas cosas, desde un simple interruptor de paso hasta un complejo sistema con componentes tales como relevadores, controles de tiempo e interruptores. Sin embargo, la función común es la misma en cualquier caso: esto es, controlar alguna operación del motor eléctrico. Por lo tanto, al seleccionar e instalar equipo de control para un motor se debe considerar una gran cantidad de diversos factores a fin de que pueda funcionar correctamente junto a la máquina para la que se diseña.

1.4.2.2 Propósito del controlador

Algunos de los factores a considerarse respecto al controlador, al seleccionarlo e instalarlo, pueden enumerarse como sigue:

- 1) Arranque: El motor se puede arrancar conectándolo directamente a través de la línea. Sin embargo, la máquina impulsada se puede dañar si se arranca con ese esfuerzo giratorio repentino. El arranque debe hacerse lenta y gradualmente, no sólo para proteger la máquina, sino porque la oleada de corriente de la línea durante el arranque puede ser demasiado grande. La frecuencia del arranque de los motores también comprende el empleo del controlador.
- 2) Paro: Los controladores permiten el funcionamiento hasta la detención de los motores y también imprimen una acción de freno cuando se debe detener la máquina rápidamente. La parada rápida es una función para casos de emergencia.
- 3) Inversión de la rotación: Se necesitan controladores para cambiar automáticamente la dirección de la rotación de las máquinas mediante el mando de un operador en una estación de control. La acción de inversión de los controladores es un proceso continuo en muchas aplicaciones industriales. Esta puede hacerse por medio de

estaciones de botones, un interruptor de tambor o un módulo inversor de giro.

- 4) Marcha: Las velocidades y características de operación deseadas, son, función y propósito directos de los controladores. Éstos protegen a los motores, operadores, máquinas y materiales, mientras funcionan.
- 5) Control de velocidad: Algunos controladores pueden mantener velocidades muy precisas para propósitos de procesos industriales, pero se necesitan de otro tipo para cambiar las velocidades de los motores por pasos o gradualmente.
- 6) Seguridad del operador: Muchas salvaguardas mecánicas han dado origen a métodos eléctricos. Los dispositivos piloto de control eléctrico afectan directamente a los controladores al proteger a los operadores de la máquina contra condiciones inseguras.
- 7) Protección contra daños: Una parte de la función de una máquina automática es la de protegerse a sí misma contra daños, así como a los materiales manufacturados o elaborados. Por ejemplo, se impiden los atascamientos de los transportadores. Las máquinas se pueden hacer funcionar en reversa, detenerse, trabajar a velocidad lenta o lo que sea necesario para realizar la labor de protección.
- 8) Mantenimiento de los dispositivos de arranque: Una vez instalados y ajustados adecuadamente, los arrancadores para motor mantendrán el tiempo de arranque, voltajes, corriente y troqué confiables, en beneficio de la máquina impulsada y el sistema de energía. Los fusibles, cortacircuitos e interruptores de desconexión de tamaño apropiado para el arranque, constituyen buenas prácticas de instalación que se rigen por los códigos eléctricos.

1.4.2.3 Diferencia entre un control automático y uno manual

Cuando un circuito se considera manual es debido a que una persona debe iniciar la acción para que el circuito opere, usando más comúnmente las estaciones de botones, en cambio uno automático está diseñado para que el circuito arranque solo y que la persona tenga la comodidad de que éste funcionará sin que el tenga que hacer nada, algunos de los dispositivos de control automático pueden ser los interruptores de flotador, de presión o termostatos y su capacidad de contacto debe ser suficiente para conducir e interrumpir la corriente total del motor.

1.4.2.4 Diagramas de Control

Un diagrama se llama unifilar por que representa solo una fase de corriente. Se le llama bifilar a un diagrama que representa dos fases de corriente.

1.4.2.5 Función de un enclavamiento

El enclavamiento sirve para mantener la conexión después de presionar nuestro botón de arranque y al presionar nuestro botón de paro se para el motor y se bota el enclavamiento y el botón de arranque.

1.4.3 ARRANCADORES SUAVES

El cierre o apertura de un circuito, la puesta en marcha de un motor (nuestro objeto de proyecto) o el cambio de carga del mismo, cualquier variación brusca de la resistencia, la autoinducción o la capacidad de una red, son causa de perturbaciones eléctricas o mecánicas, origen de un régimen transitorio.

Los arrancadores de estado sólido son utilizados cuando se requiere un arranque suave y lento. En lugar de operarlos directamente a plena

tensión, se arrancan con aumentos graduales de voltaje mediante el control del ángulo de disparo como se muestra en la siguiente figura. Los arrancadores suaves evitan los disturbios de la red eléctrica y picos de corriente así como los esfuerzos mecánicos que causan desgaste en el motor y la máquina que se acciona.

1.4.3.1. Parada Suave

Cuando la maquina es desconectada, se provoca en el motor una parada repentina con un determinado torque opuesto. Para prevenir que los objetos en una banda transportadora se caigan, por ejemplo, una parada suave es posible.

Arranques de Motores más utilizados en la Industria actual

- Arranque Directo
- Arranque Estrella – Triángulo

1.4.4 PARTES DE UN CIRCUITO DE CONTROL

Los elementos básicos o más comunes en un circuito de control son señalados a continuación.

1.4.4.1 Circuito de fuerza.

1.4.4.1.1 Motor trifásico

Es aquel que requiere de 3 fases para funcionar y con un voltaje mayor o igual a 220V. La característica de este motor es que al invertir las fases, cambia de sentido de rotación del rotor y a diferencia de los motores de corriente alterna consume menos corriente. Posee un rotor jaula de ardilla que tiene barras en corto que giran magnéticamente entorno a su estator.

1.4.4.2 Protección.

1.4.4.2.1 Arrancadores magnéticos

Estos arrancadores limitan la corriente en la etapa de arranque evitando alcanzar corrientes que puedan causar fluctuaciones perjudiciales en la línea de alimentación. Estos arrancadores cuentan con protecciones de sobrecarga y corto circuito en las 3 fases y ofrecen compensación de temperatura ambiente y además cuentan con botonería para arranque y paro, montados en su gabinete.

- Protección térmica
- Estación de botones
- Contactor

El contactor está diseñado para soportar la carga de los motores; es decir, va conectado directamente a la línea, en cambio los relevadores tienen contactos más débiles y no van conectados a las líneas directamente. Los contactores soportan aún más corriente que los relevadores (hasta 7A). Estos a la vez varían de tamaño dependiendo de la carga a alimentar.

1.4.4.2.2 Relevador de control

Es una bobina que enclava contactos normalmente abiertos dejando pasar la corriente y abre contactos normalmente cerrados impidiendo el paso de la corriente.

1.4.4.3 Controles automáticos

1.4.4.3.1 Relevador de tiempo

Existen dos tipos de relevadores de tiempo los cuales son los siguientes:

1.4.4.3.1.1 Relevador de control de tiempo ON DELAY

Este tipo de relevador se usa principalmente en circuitos donde se requiere que la respuesta, una vez que se ha energizado el circuito, el relevador se retarde en enviar la señal del tiempo requerido en el proceso.

1.4.4.3.1.2 Relevador de control de tiempo OFF DELAY

Este tipo de relevador de control de tiempo, su principal característica, es que retarda la respuesta a los circuitos secundarios una vez que se ha des energizado el circuito de control. Consta de un capacitor que es el que almacena dicha energía.

1.4.4.3.2 Switch interruptor de nivel o de flotador

La operación de un interruptor de flotador se controla por el movimiento hacia arriba o hacia abajo, del flotador que se coloca en el tanque de agua. El flotador abre o cierra mecánicamente los contactos eléctricos mediante una varilla o cadena con un contrapeso.

Existen varios tipos de interruptores de flotador, el capsulado, flotador con contrapeso y electro nivel:

1.4.4.3.3 Switch interruptor de presión

Los interruptores de presión del tipo industrial están diseñados para cubrir la amplia variedad de requerimientos que se encuentran en el control de máquinas neumáticas o hidráulicas.

Estos controles se emplean más comúnmente máquinas - herramientas, sistemas de lubricación de alta presión, bombas y compresores por motor.

1.4.4.4 Controles Manuales.

1.4.4.4.1 Interruptor de tambor

Al presionar Atrás en el interruptor de tambor (de color azul en el diagrama), la terminal 1 del motor trifásico se conectará con línea 1, terminal 2 con línea 2 y terminal 3 con línea 3, al momento de querer invertir el giro del rotor de este, el interruptor de tambor debe de estar en Fuera (color negro en el diagrama), y esperarse un momento dar para Adelante, ya que si no se hace esto se forjará demasiado el rotor y puede ser que se dañe; entonces al dar para adelante se invertirán las fases lo que hará que el rotor gire en otro sentido (color rojo en el diagrama), se conectará la terminal 1 del motor con línea 2, terminal 2 con línea 1 y terminal 3 con línea 3.

1.4.4.4.2 Estación de botones

El propósito principal de la estación de botones es:

- **Arranque:** El motor se puede arrancar conectándolo directamente a través de la línea; sin embargo, la máquina impulsada se puede dañar si se arranca con este esfuerzo giratorio repentino.
- **Paro:** Los controles permiten el funcionamiento hasta la detención de los motores y también imprime una acción de freno cuando la maquinaria se debe de parar rápidamente. La parada rápida es una acción vital del control para casos de emergencia.
- **Inversión de la rotación:** Se necesitan controles para cambiar manualmente la dirección de la rotación de las máquinas mediante el mando de un operador en una estación de control, la inversión de la rotación en muchos procesos es continuo en varias aplicaciones industriales.

1.4.4.5 Indicadores

1.4.4.5.1 Luces piloto

La función principal de las luces es señalar que está sucediendo algo:

- **Verde:** Indica que el motor está en funcionamiento o buen estado. Relajación.
- **Roja:** Indica que el motor se ha detenido o en mal estado. Alarma.
- **Ámbar:** Indica precaución o que algo está por suceder.

1.4.4.5.2 Óhmetro digital

Es un instrumento que sirve para medir la resistencia eléctrica (R). Su unidad de medida es el Ohmio (Ω) Hay 2 tipos de óhmetros, el primero, que es el que viene integrado con el multímetro y el segundo el analógico.

Estos tipos de dispositivos no deben trabajar con ningún voltaje y/o amperaje sino podrían llegar a dañarse. Si no se conoce dicha escala, este no se llega a dañar en caso de no ser la correcta; sin embargo, no marcaría el valor, entonces se tendría que seleccionar bien la escala para que nos diera el valor con exactitud.

Para medir resistencias altas se utilizan los múltiplos y para medir resistencias pequeñas se usan los submúltiplos.

Megaohms (M Ω) = 1 000 000 Ω

Kilohms (K Ω) = 1000 Ω

Hectohms (Ω) = 100 Ω .

Este instrumento puede usarse para verificar que las terminales tengan continuidad.

1.4.4.5.3 Chicharra

Generalmente la chicharra al igual que la luz roja indica prevención o alarma; así también como que el motor está parado.

1.4.4.6 Terminales

Son las conductoras de la corriente y se deben de verificar con el multímetro en la escala de Ohms (Ω) para saber si no se encuentran trozadas de un punto.

1.5 FORMA DE CALCULAR LA POTENCIA DE LOS MOTORES

Existen fórmulas sencillas que nos facilitan la elección de un motor, en función de la máxima potencia que se pretende desarrollar, esto da lugar a que para el servicio normal resulte una potencia exagerada, ya que el valor máximo se requiere raramente.

Hay que prever la potencia con amplitud para eliminar averías por calentamiento exagerado.

No escogeremos el motor en función de la potencia máxima a desarrollar sino de acuerdo con el término medio del valor de la carga. La carga máxima solo la utilizaremos como comprobación de que el motor escogido tiene un par motor suficiente para los casos en que la carga pueda alcanzar su valor máximo. Antes de determinar la potencia debe escogerse el tipo de motor en función del tipo de servicio que vaya a realizar; el primer paso en la elección del motor consistirá en determinar si el motor debe ser: abierto protegido o cerrado. A continuación se listan los tipos de construcción y una breve descripción.

1.5.1 TIPO DE CONSTRUCCION

1.5.1.1 Construcción abierta

Es más barata y tiene la ventaja de una fácil conservación ya que inducido, cojinetes y escobillas son fácilmente accesibles. El módulo de inercia es mínimo. Estos motores no se pueden utilizar ni en intemperie ni en atmósferas poco favorables (húmedas o polvorientas).

1.5.1.2 Construcción protegida

Mismas ventajas que la construcción abierta, se suele proteger a los motores contra goteo, se pueden emplear en intemperie si la protección

contra la lluvia es total incluso suponiendo una dirección de lluvia casi horizontal.

1.5.1.3 Construcción cerrada

Ideales para intemperie o interiores con atmósferas desfavorables (polvorientas, húmedas o cargadas de ácidos), lugares donde puedan tener lugar proyecciones de agua u objetos o siempre que se requiera una construcción especialmente robusta.

1.5.2 TIPO DE SERVICIO

Para la elección del motor deberá también tenerse en cuenta el número de revoluciones, habrá que elegir velocidades normales de serie, las velocidades anormales encarecen la instalación y dificultan posteriormente las sustituciones. Como regla general la potencia de un motor es tanto más grande cuanto mayor sea el número de revoluciones.

Para la elección del tamaño de los motores deberá tenerse en cuenta el tipo de servicio que van a realizar, según la normativa para máquinas eléctricas, se distinguen las tres formas de trabajo siguientes.

1.5.2.1 Servicio permanente o continuo:

El motor está funcionando constantemente o por lo menos durante algunas horas con plena carga, alcanzando así su temperatura final, T_{max} . Esta temperatura no debe sobrepasar el límite fijado por la normativa.

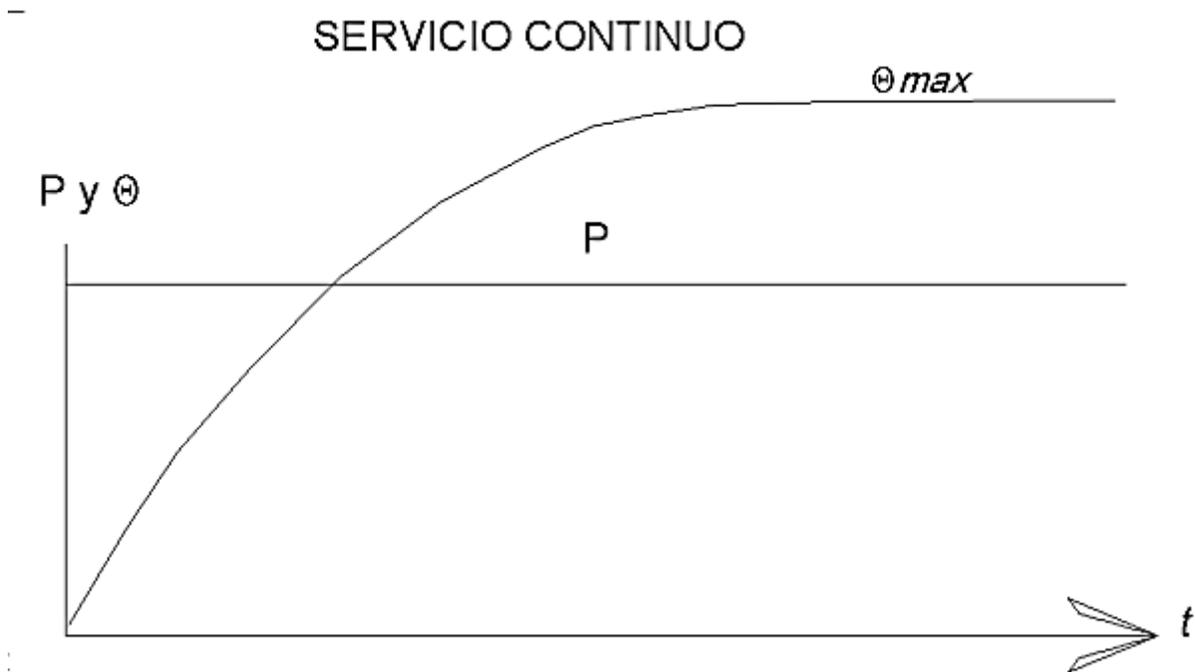


Ilustración 22 Servicio Continuo

1.5.2.2 Servicio de corta duración

La carga actúa con toda intensidad durante un corto tiempo, a este estado le sigue una marcha en vacío o la desconexión, queda tiempo al enfriamiento del motor. La potencia nominal en este tipo de servicio será aquella que puede suministrar el motor durante el tiempo convenido sin calentamiento excesivo (Por ejemplo 50 KW. en 15 min.).

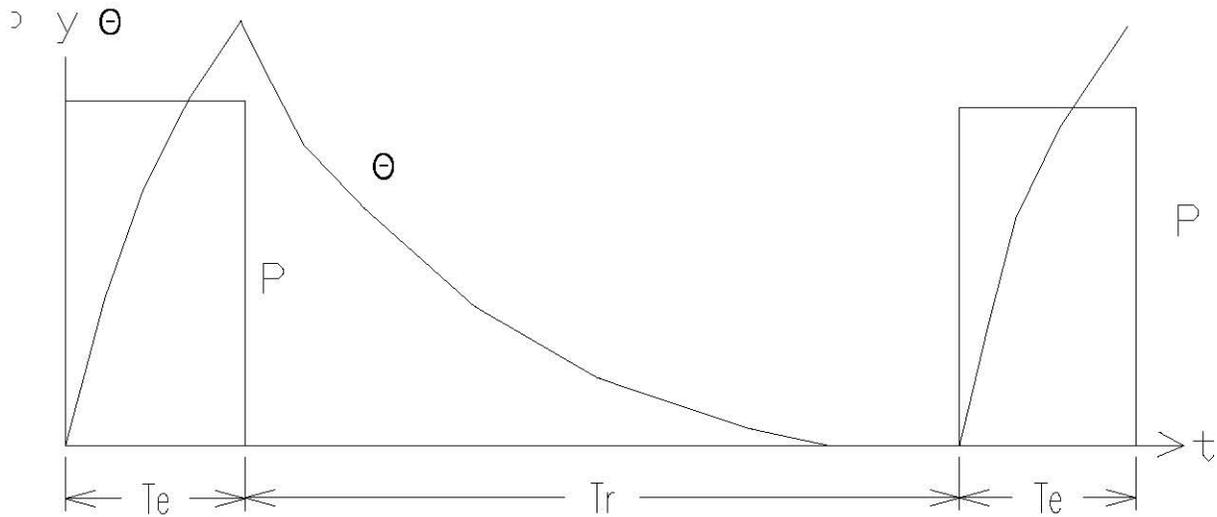


Ilustración 23 Servicio de corta duración

1.5.2.3 Servicio intermitente

Alternan el tiempo de funcionamiento que llamaremos t_f , y el tiempo de reposo que llamaremos t_r , el tiempo de ciclo que llamaremos t_c , será la suma de ambos ($t_c = t_f + t_r$), dicho t_c no debe sobrepasar de un tiempo t que permita al motor enfriarse completamente, de esta forma la temperatura va aumentando escalonadamente hasta el valor final que tardará más tiempo en alcanzarse que en el régimen continuo.

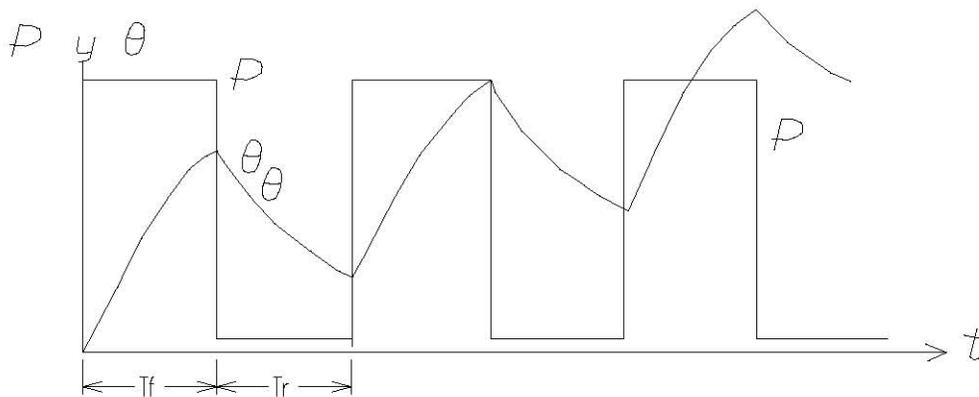


Ilustración 24 Servicio intermitente

En este tipo de servicio una magnitud muy importante es el tiempo de conexión TC , que nos da la relación entre el tiempo de funcionamiento y el tiempo de ciclo.

$$TC = \frac{tf}{tf + tr} \times 100(\%)$$

El valor exacto de TC solo puede determinarse mediante un diagrama de trabajo. Para aparatos de elevación puede aproximarse el valor de TC con las siguientes fórmulas

$$TC = \frac{f \cdot s}{36 \cdot v}$$

Siendo:

s , altura de elevación o recorrido en m. en cada ciclo.

f , número de operaciones por hora.

v , velocidad media en m/seg.

Deben contarse todas las operaciones realizadas durante cada ciclo, así por ejemplo en un servicio de grúa se estarán efectuando varias operaciones por cada ciclo.

Cuando la altura de elevación o la longitud del trayecto varían, se toma s_m (trayecto medio) como valor de s ; en las grúas por ejemplo s_m será el valor medio de los distintos levantes durante un ciclo, en el caso de ascensores puede determinarse aproximadamente s_m para un cierto número n de puntos de parada, mediante la fórmula:

$$s_m = \frac{n \cdot s}{2 \cdot (n - 1)}$$

Con lo cual resulta:

$$TC = \frac{f \cdot n \cdot s}{72 \cdot v \cdot (n - 1)}$$

El motor para todas las clases de servicio debe cumplir siempre que:

- Su temperatura nunca debe rebasar la fijada por los reglamentos.
- Debe suministrar el par motor requerido por el dispositivo que se pretende accionar.

UN MOTOR PARA SERVICIO CONTINUO

Debe suministrar un par máximo: $M_{\max}=1,6 \cdot M$

UN MOTOR PARA SERVICIO INTERMITENTE

Debe suministrar un par máximo: $M_{\max}=2 \cdot M$

Dónde: M es el par motor (en $N \cdot m$)

- a. Cálculo de la potencia para plena carga.
- b. Determinación de la potencia mediante diagrama de trabajo teórico o normalizado.
- c. Determinación de la potencia mediante diagrama de trabajo exacto.

Estos procedimientos están ordenados según el grado de exactitud de los resultados.

No es un método muy preciso, haciendo una comparación con otros métodos más exactos de determinación de la potencia, se observa que con este método se obtienen valores elevados en aparatos de elevación y algo escasos en vehículos (traslación).

1.5.3 APARATOS DE ELEVACIÓN SIN CONTRAPESO

El problema que se plantea es el de elevar una carga de Q [$Kgf.$], desplazándose con una velocidad de v [m/s]; la potencia que debe desarrollar la máquina en esta situación es $P = Q \cdot v$ [$Kgf \cdot m/seg.$]. Si

sabemos que η es el rendimiento de la máquina, la potencia del motor se puede escribir como:

$$P = \frac{Q \cdot v}{\eta} [\text{Kgf} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}]$$

Sabemos que:

$$1 \text{ kgf} = 9.81 \text{ Newton (N)}$$

$$P = \frac{Q \cdot v}{\eta} [9.81 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}]$$

$$\text{N} \cdot \text{m} = \text{Joule (J)}$$

$$P = \frac{Q \cdot v}{\eta} [9.81 \frac{\text{J}}{\text{s}}]$$

$$\frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{watt (W)}$$

$$P = \frac{Q \cdot v}{\eta} [9.81 \text{ W}]$$

Así obtenemos que $1 \text{ Kgf} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = 9.81 \text{ W}$ convirtiendo las unidades a **KW** resulta:

$$P = \frac{Q \cdot v}{\eta} [0.00981 \text{ KW}]$$

$$P = \frac{Q \cdot v}{102 \cdot \eta} [\text{KW}]$$

El par motor será igual a:

$$P = M \cdot n$$

P =potencia del motor en KW

M =par en $N \cdot m$

n =velocidad de giro en Rpm

$$Rpm = \frac{\pi Rad}{60} \cdot 2$$

$$P = M \cdot \frac{2 \cdot \pi Rad}{60} \cdot n$$

$$M = \frac{P}{n \cdot \frac{\pi Rad}{30}} [N \cdot m] = \frac{P}{n \cdot \left(\frac{\pi Rad}{30} \cdot 9.81\right)} [m \cdot Kg]$$

$$M = 975 \cdot \frac{P}{n} [m \cdot Kg] = 9.55 \cdot \frac{Q \cdot v}{n \cdot \eta} [m \cdot Kg]$$

Donde **P** es la potencia del motor en **[KW]** y **n** es la velocidad de giro en **[r.p.m.]**

Después de calcular la Potencia y el par del motor con las fórmulas anteriores, queda comprobar si la potencia del motor es suficiente para las máximas condiciones de carga; por ejemplo habría que comprobar el par de arranque para una carga de prueba.

Este método se suele utilizar para mecanismos de elevación y de traslación de grúas, eligiendo la aceleración (que dará lugar a la elección el motor) con arreglo a los siguientes supuestos:

- a. El frenado se efectúa siempre desconectando el aparato de mando, o sea, siempre con frenado mecánico, de forma que el motor queda sin corriente.
- b. Para la aceleración de las masas se supone el doble del par nominal.
- c. Las curvas de velocidades son las de la figura inferior y corresponden a la mayor parte de los tipos de motores tanto para corriente continua como para alterna trifásica.
- d. Se han considerado recorridos iguales para la elevación y el descenso de la carga, para el cálculo se necesita además la relación α entre cargas.

$$\alpha = \frac{\text{Par motor para: (elevacion o desplazamiento de la carga)}}{\text{Par motor para: (elev. o desplaz. de la carga + carga en vacio)}}$$

La carga en vacío estará constituida por el gancho, la cuchara, el recipiente de carga, etc. La aceleración está representada por un factor ε que tiene en cuenta el efecto de las masas. El valor de ε puede ser determinado por la fórmula siguiente:

$$\varepsilon = \frac{0.28}{1000} * \frac{GD^2 \cdot n^2 \cdot \eta}{Q \cdot s}$$

Como estamos utilizando la carga Q debemos suponer que hablamos de un movimiento de elevación, en el caso de que el movimiento fuera de traslación, se sustituirá la carga Q por el esfuerzo de tracción $F_t = G \cdot R$ que es función de la resistencia de rodamiento.

Una vez determinado ε , debemos entrar en las curvas de γ y constante para la determinación del tamaño del motor; estas curvas que aparecen en la página siguiente, corresponden: las dos superiores a un movimiento de

elevación y las dos inferiores a un movimiento de traslación. Debemos deducir el coeficiente γ que nos permitirá calcular el par motor suficiente desde el punto de vista del calentamiento, así como de la potencia media en función de las siguientes fórmulas:

$$P = \frac{Q \cdot v}{102 \cdot \eta} \cdot \gamma \text{ [m} \cdot \text{Kg.]}$$

Algunos de los factores a considerarse respecto al controlador, al seleccionarlo e instalarlo, pueden enumerarse como sigue:

- 1) **Arranque:** El motor se puede arrancar conectándolo directamente a través de la línea. Sin embargo, la máquina impulsada se puede dañar si se arranca con ese esfuerzo giratorio repentino. El arranque debe hacerse lenta y gradualmente, no sólo para proteger la máquina, sino porque la oleada de corriente de la línea durante el arranque puede ser demasiado grande. La frecuencia del arranque de los motores también comprende el empleo del controlador.
- 2) **Paro:** Los controladores permiten el funcionamiento hasta la detención de los motores y también imprimen una acción de freno cuando se debe detener la máquina rápidamente. La parada rápida es una función para casos de emergencia.
- 3) **Inversión de la rotación:** Se necesitan controladores para cambiar automáticamente la dirección de la rotación de las máquinas mediante el mando de un operador en una estación de control. La acción de inversión de los controladores es un proceso continuo en muchas aplicaciones industriales. Esta puede hacerse por medio de estaciones de botones, un interruptor de tambor o un módulo inversor de giro.

- 4) **Marcha:** Las velocidades y características de operación deseadas, son, función y propósito directos de los controladores. Éstos protegen a los motores, operadores, máquinas y materiales, mientras funcionan.
- 5) **Control de velocidad:** Algunos controladores pueden mantener velocidades muy precisas para propósitos de procesos industriales, pero se necesitan de otro tipo para cambiar las velocidades de los motores por pasos o gradualmente.
- 6) **Seguridad del operador:** Muchas salvaguardas mecánicas han dado origen a métodos eléctricos. Los dispositivos piloto de control eléctrico afectan directamente a los controladores al proteger a los operadores de la máquina contra condiciones inseguras.
- 7) **Protección contra daños:** Una parte de la función de una máquina automática es la de protegerse a sí misma contra daños, así como a los materiales manufacturados o elaborados. Por ejemplo, se impiden los atascamientos de los transportadores. Las máquinas se pueden hacer funcionar en reversa, detenerse, trabajar a velocidad lenta o lo que sea necesario para realizar la labor de protección.
- 8) **Mantenimiento de los dispositivos de arranque:** Una vez instalados y ajustados adecuadamente, los arrancadores para motor mantendrán el tiempo de arranque, voltajes, corriente y troqué confiables, en beneficio de la máquina impulsada y el sistema de energía. Los fusibles, cortacircuitos e interruptores de desconexión de tamaño apropiado para el arranque, constituyen buenas prácticas de instalación que se rigen por los códigos eléctricos.

1.6 NORMATIVA E INSPECCIÓN

1.6.1 ACCESO

Como con cualquier tipo de equipo de movimiento, el acceso al sistema de elevación debe estar restringido.

Los sistemas de elevación deben ser inspeccionados con regularidad por un especialista en aparejos de escenografía y teatro competente. En México al carecer de una norma específica, se recurre a la aplicación de la norma **NOM-006-STPS-2000, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES- CONDICIONES Y PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD (ver apéndice)**. La vigilancia en el cumplimiento de la presente Norma, corresponde a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

En Estados Unidos de América *EOSHA* requiere un inspección anual (29 CFR 1926.550(a) (6), como lo hacen los estándares de ANSI/ASME para polipasto (B30.16).

Capítulo 2 PROPUESTA DE DISEÑO Y ADAPTACION DE TRAMOYA AUTOMATIZADA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En un escenario, elevar y bajar el equipo de iluminación para realizar ajustes, reemplazar filtros, y realizar mantenimiento es esencial. El equipo de iluminación es movido frecuentemente para lograr los requerimientos de producciones individuales. Todas estas funciones son realizadas fácilmente (y con seguridad) cuando los pantógrafos son llevados a nivel de piso, en vez de trabajar con escaleras.

Como planteamiento de este documento, se planea facilitar el trabajo de los iluminadores en la televisión universitaria; acortar tiempos en la preparación para grabación. En la imagen 25 podemos apreciar uno de 3 sets parte del Foro 1 de TV UNAM. En la imagen 26 vemos el instrumento empleado para el cambio en la configuración de la iluminación.



Ilustración 25 Set de grabación. TV UNAM Foro 1



Ilustración 26 Tramoya de iluminación

2.1 ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LA ILUMINACIÓN

Para el caso presentado en TV UNAM se tomó en cuenta la estructura situada a 10 m sobre el NPT que sirve actualmente para iluminar el set de TV (ver imagen 26). Esta estructura es de acero de 2 pulgadas de diámetro.

Se pretende usar una sección de 6X6 m, para sostener la iluminación diseñada para un escenario (ver imagen 27), ya que el foro completo está comprendido por 3 escenarios. Esta estructura bajará y subirá de acuerdo al nivel que sea requerido para colocar, ajustar y poner filtros de luminarias en dicha tramoya.

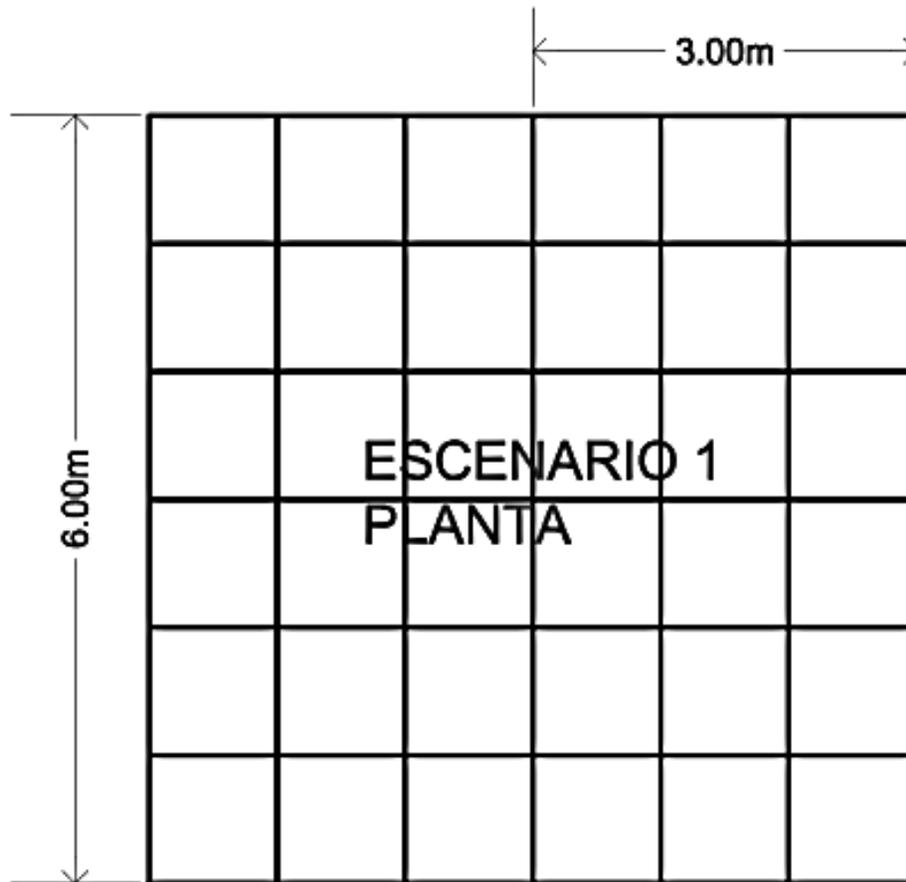


Ilustración 27 Sección de tramoya con la que se pretende trabajar.

2.2 CONFIGURACIONES PRINCIPALES DE LÁMPARAS DE ACUERDO CON LA NECESIDAD DE CADA PROGRAMA TELEVISIVO

Para la realización de un programa como hemos señalado antes, se necesitan distintos tipos de lámparas. En la imagen 28 se puede apreciar una lámpara de tipo Fresnelite empleada frecuentemente (ver especificaciones en anexo).

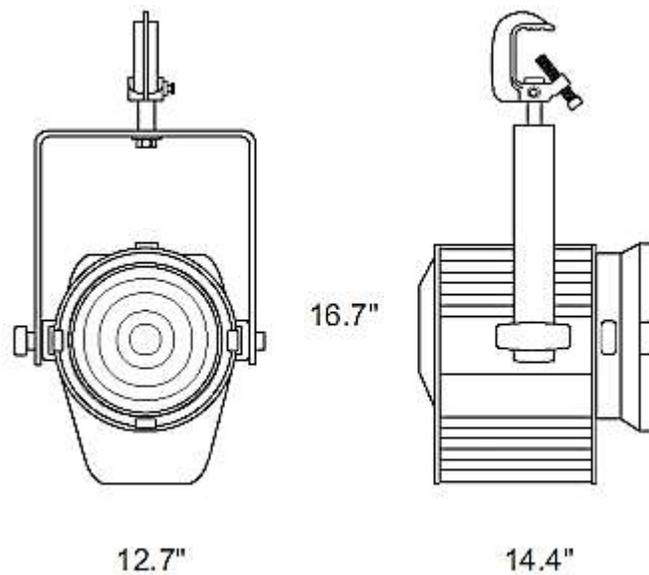
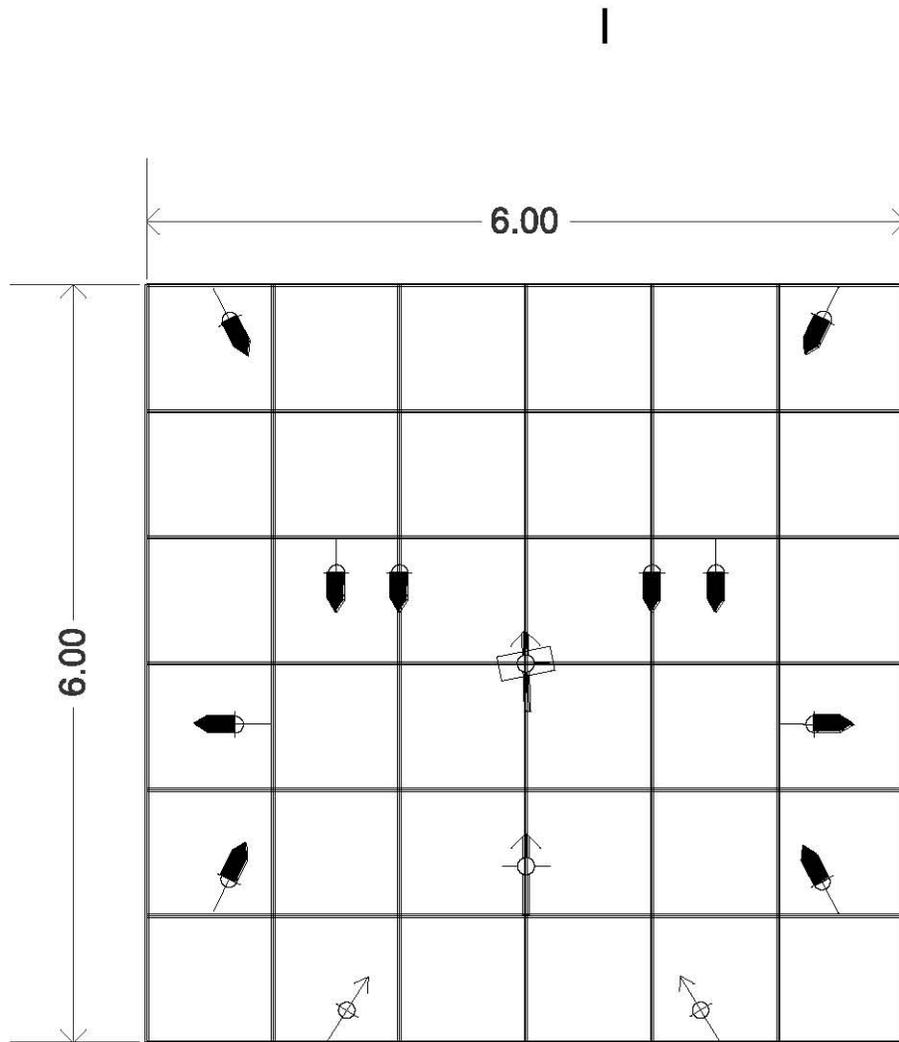


Ilustración 28 Luminaria Fresnelite 8

Un programa típico en este foro emplea cierta cantidad de luminarias que deben estar dispuestas de la siguiente manera.

Tabla 2 Cantidad de luminarias usadas en la grabación de un programa de televisión común.

LUMINARIA	CANTIDAD
1. LEKO ZOOM 25/50 (5 trand).	2
2. FRESNELITE 2000W	1
3. FRESNELITE 1000W	10
4.FRESNEL 5000W	1



SIMBOLOGIA	
	LEKO ZOOM 25/50 (5 trand).
	FRESNELITE 2000W
	FRESNELITE 1000W
	FRESNEL 5000W

Ilustración 29 Estructura metálica con la disposición de las luminarias empleadas.

2.3 PARAMETROS O VARIABLES DE DESPLAZAMIENTO, VELOCIDAD Y ACELERACIONES PARA MOVER LA ESTRUCTURA

2.3.1 DATOS GENERALES PARA CAPACIDADES DE CARGA

En teatros, un listón también conocido como barra o tubo (ver figura 30), es un palo largo de metal suspendido encima del escenario o la audiencia, desde el cual los accesorios de iluminación, decorados, etiquetas y cortinas pueden ser colgados.



Ilustración 30 Listón en el set de TV con una carga máxima de luminarias.

En la tabla 3 se podemos apreciar la comparación que hay entre la aplicación de carga de un listón determinado y su capacidad de carga.

Tabla 3 Comparativa de la capacidad de carga del listón dependiendo de su uso.

LISTON PARA	CAPACIDAD
Set de luces	5 a 10 Kg por metro
Colegio - Teatro	30 a 50 Kg por metro

Teatro - Opera	70 a 100 Kg por metro
----------------	-----------------------

Los sets de escenografía normalmente están adecuados para llevar una carga de 15 a 25 kilogramos por metro de longitud listón, mientras que para aparatos de iluminación se han valorado de 25 a 30 kilogramos por metro para las escuelas y centros de artes escénicas. Este valor es más alto para las casas de ópera o salas de exposición.

De acuerdo a las especificaciones (ver apéndice) en cuanto a peso de los fabricantes de las luminarias empleadas en una grabación típica tenemos un peso total de 74.7 kg por toda la estructura (ver tabla 4).

Tabla 4 Carga total que presentaría la tramoya para una configuración típica de iluminación.

<i>LUMINARIAS</i>	<i>PESO (Kg)</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>Peso Total</i>
1. LEKO ZOOM 25/50 (5 trand).	7.0	2	14 kg
2. FRESNELITE 2000W	7.7	1	7.7 kg
3. FRESNELITE 1000W	4.8	10	48 kg
4.FRESNEL 5000W	5	1	5 kg
			74.7 kg

Tabla 5 Carga total que presentaría la tramoya para una configuración especial de iluminación.

<i>LUMINARIAS</i>	<i>PESO (Kg)</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>Peso Total</i>
1. LEKO ZOOM 25/50 (5 trand).	7.0	3	21 kg
2. FRESNELITE 2000W	7.7	2	15.4 kg
3. FRESNELITE 1000W	4.8	10	48 kg
4.FRESNEL 5000W	5	2	10 kg
			94.4 kg

La tramoya de 36 m² tendrá que soportar un peso máximo de 94.4 kg, por lo que de acuerdo al manual de IMCA⁴ podemos calcular la capacidad de carga de nuestra estructura basándonos en el tipo de perfil que se empleó para su construcción. Basándonos en la tabla⁶ el IMCA dice que tenemos una estructura construida con perfil OC⁵ denominación (40 E), que de acuerdo a tablas de especificaciones el peso de sección de perfil es de 5.44 kg por metro.



Ilustración 31 Vista del perfil OC empleado en la estructura.

⁴ Instituto Mexicano de la Construcción y el Acero ver apéndice para especificaciones.

⁵ Ver apéndice para especificaciones.

2.4 PROPUESTA DE CALCULO DE MOTORES

Teniendo en cuenta el peso máximo para una configuración de luminarias y el peso de la estructura tenemos que:

Peso de la estructura + peso de luminarias = peso total

$$456.46 \text{ kg} + 100\text{kg} = 556.46 \text{ kg}$$

La velocidad con la que se pretende elevar la carga es de 0.5 metros por segundo, que es una velocidad razonable tomando en cuenta la información citada en el tema 1.2.3. Así empleando las formulas vistas en el tema 1.5 tenemos el siguiente planteamiento:

Elevar una carga Q de 557 Kg, desplazándose con una velocidad v de 0.5 m/seg; la potencia que debe desarrollar la maquina en esta situación es:

$$P = \frac{Q \cdot v}{\eta} \left[\frac{Kgm}{seg} \right]$$

$$P = \left[\frac{557 \cdot 0.5 \left[\frac{Kgm}{seg} \right]}{0.90} \right] \cdot \left[\frac{9.81 W}{1 \frac{kg \cdot m}{s}} \right] \cdot \left[\frac{1 KW}{1000 W} \right]$$

Rendimiento de la maquina (η)=90%

$$P = 3.035 KW$$

$$P = 4.07 \text{ H.P.}$$

2.5 SISTEMA Y MECANISMO PROPUESTO PARA TRAMOYA

El sistema automatizado que proponemos consta de un par de motores situados a las orillas de la tramoja. Cada motor está conectado a un reductor de velocidad que mueve un cabrestante. Este cabrestante tira de 4 cables que sujetan la estructura.

2.5.1 MOTOR

De acuerdo a la norma oficial mexicana NOM 001 SEDE 2005 relacionada con la utilización de instalaciones eléctricas tenemos las siguientes consideraciones:

- Solo los motores fraccionarios pueden ser conectados directamente por medio de cordón y clavija.
- Todos los motores mayores de 1 HP deben de llevar un arrancador aunque puede existir una tolerancia en motores.

2.5.2 REDUCTOR DE VELOCIDAD

Este sistema es empleado para lograr la velocidad requerida y transmitir la potencia mecánica adecuada al sistema.

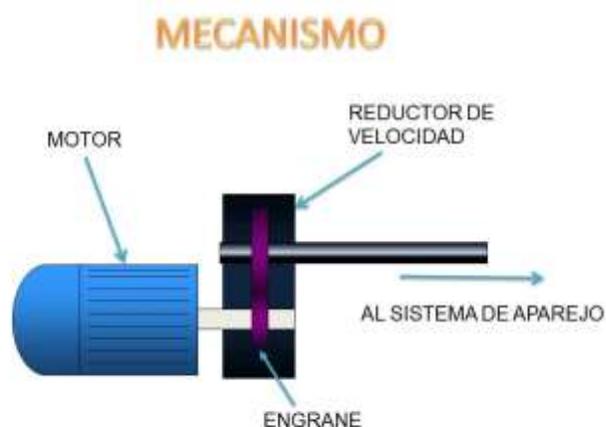


Ilustración 32 Mecanismo propuesto del sistema de impulsión de la tramoja.

2.5.2 CABRESTANTES O APAREJOS

Proponemos un sistema de cabrestantes que tirarán de 6 eslingas de acero. Tomando en consideración la tabla⁸ de recomendaciones de fabricante, el cable de acero que emplearemos es de $\frac{1}{4}$ "⁶ soportará hasta 875 *lb* equivalentes a 396.89 kg, para una capacidad de carga total de las seis eslingas de 1588 kg aproximadamente.

SISTEMA DE CABRESTANTES



Ilustración 33 Cabrestantes

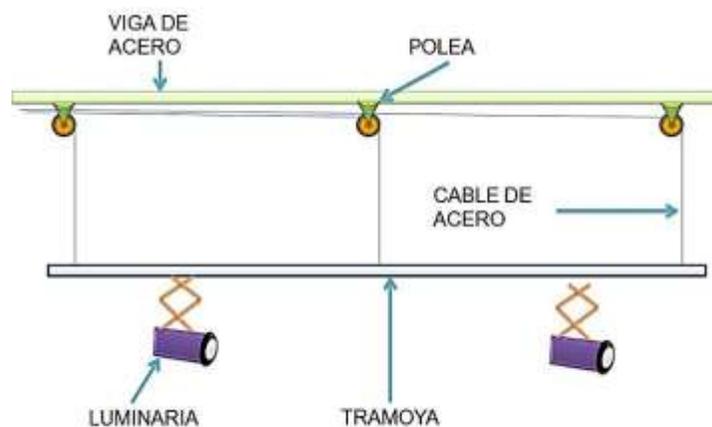


Ilustración 34 Vista del cable de acero que sujeta a la tramoja

⁶ Ver en apéndice especificación de eslingas en “Things you should know”

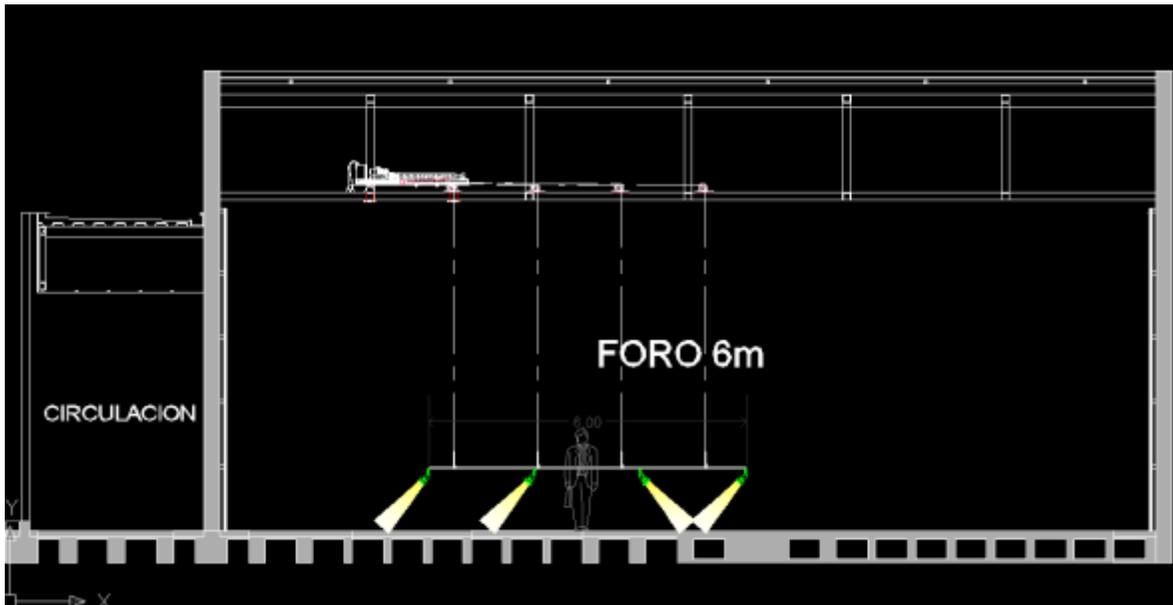


Ilustración 35 Vista del sistema completo

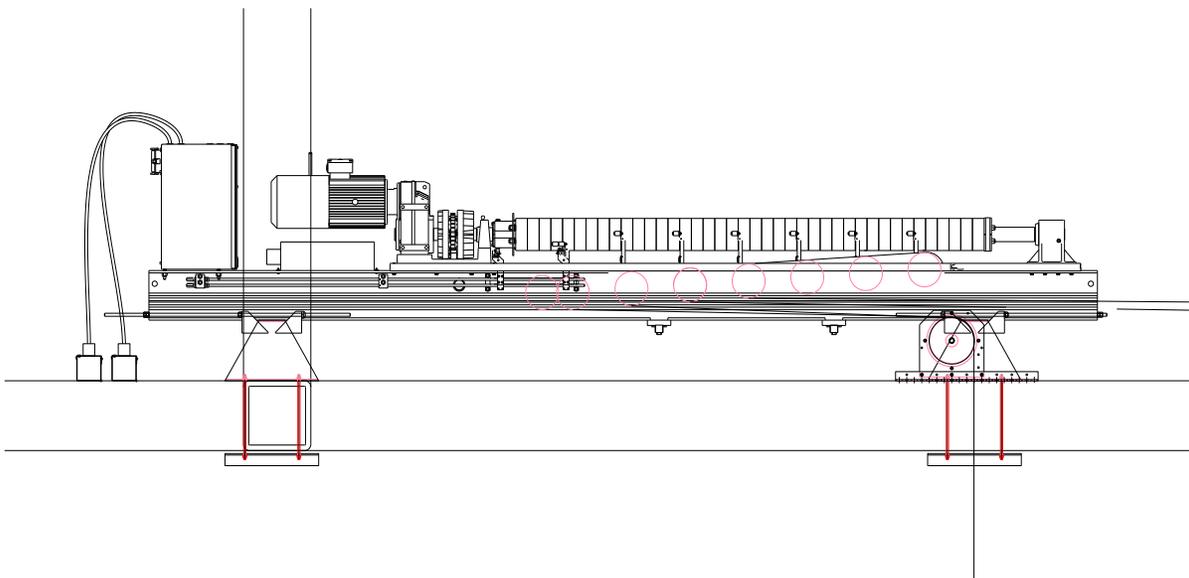


Ilustración 36 Detalle de motor con cabrestantes

2.5.3 ESTACION DE CONTROL

Para controlar el sistema proponemos una estación de control centralizado, para lo cual hacemos las siguientes recomendaciones:

- Las estaciones de control deben ser tableros de montaje en pared NEMA 1, esta estación debe contener push buttons con mandos hacia arriba y hacia abajo (ver figura 37).
- Un switch operado con llave para el encendido y apagado con un LED verde indicando encendido.
- Un botón de emergencia rojo “cabeza de hongo”, el cual desalimiente de energía a los montacargas, a través de un circuito que cumpla con los requerimientos NFPA-79 (Electrical Standards for Industrial Machinery).
- Los componentes en los paneles incluyendo pushbuttons, switches de llave, botones de emergencia y similares deben de ser grado industrial, componentes de servicio pesado con operadores de 22mm. Indicadores deben de ser de mínimo 8 mm de diámetro.

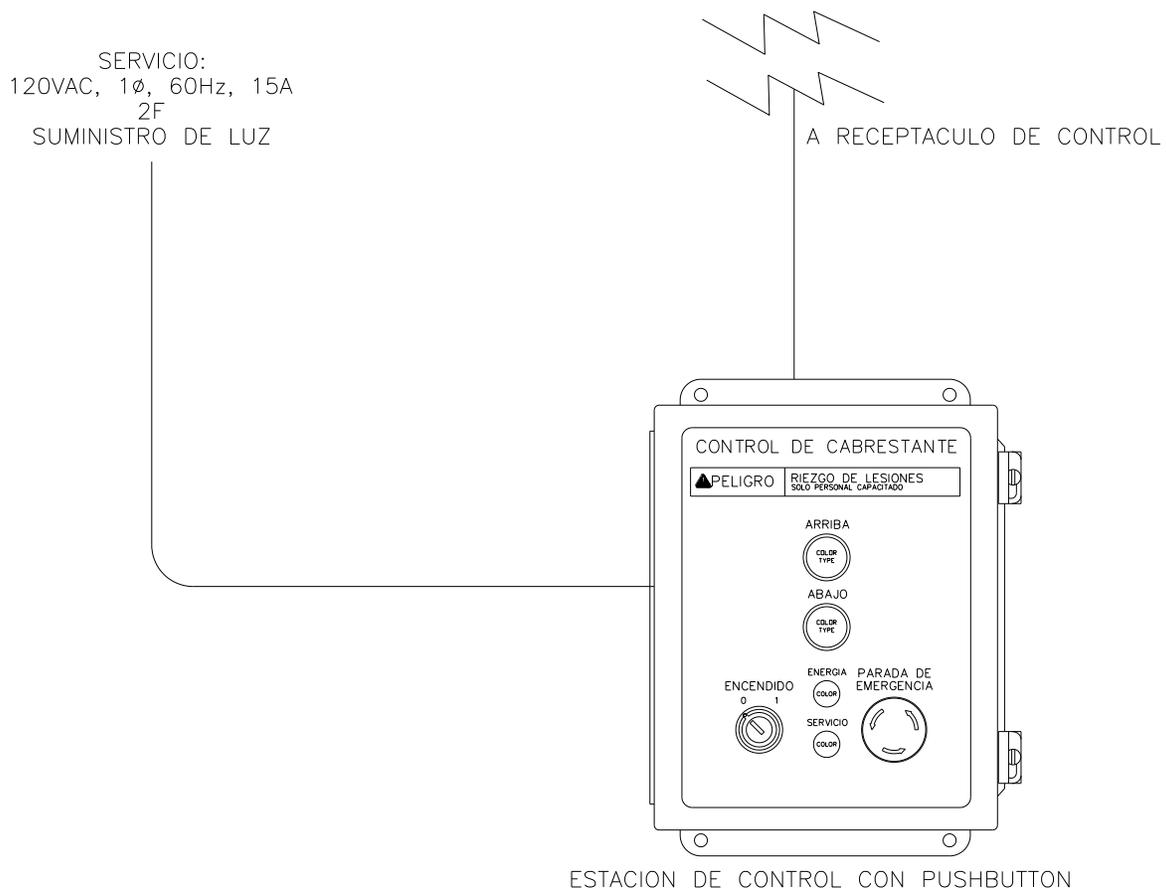


Ilustración 37 Control de cabrestante en tablero

2.5.3.1 Factores de selección

Los factores involucrados en un óptimo diseño de cableado incluye el número de motores a ser controlados, el diseño de estos motores, el espacio. Generalmente, los sistemas de control distribuido tienen componentes muy caros, pero producen un ahorro global debido a la reducción en la instalación eléctrica, solución de problemas y tiempo de puesta en marcha. Además, los sistemas distribuidos se pueden ampliar.

2.5.3.2 Alimentación

Un solo servicio de 3 fases puede ser empleado para la alimentación de este tipo de controles.

Para diagramas detallados ver apéndice.

2.6 COSTOS DE GRABACION

Como ya mencionamos, el estudio de TV UNAM cuenta con numerosos clientes con distintas razones sociales, desde la misma dependencia hasta empresas privadas.

En general, el costo de grabación de un programa es constante, sin embargo algunos programas que requieren más producción.

A continuación presentamos como ejemplo una grabación significativa con el respectivo costo de personal.

Tabla 6 Costo de una grabación significativa en TV UNAM

PUESTOS	NUM. DE PERSONAL	SALARIO	COSTO TOTAL
INTENDENCIA	1	\$126.46	\$126.46
ILUMINADOR	1	\$251.86	\$251.86
ASISTENTE DE ILUMINACIÓN	2	\$213.33	\$426.66
ESCENOGRAFO	1	\$251.86	\$251.86
ASISTENTE DE ESCENOGRAFO	1	\$213.33	\$213.33
CAMAROGRAFO	1	\$251.86	\$251.86
ASISTENTE DE CAMAROGRAFO	4	\$213.33	\$853.32
OPERADOR DE AUDIO	4	\$251.86	\$1,007.44
OPERADOR DE VIDEO	2	\$251.86	\$503.72
OPERADOR DE VIDEO TAPE	1	\$251.86	\$251.86
SWITCHER	2	\$251.86	\$503.72
OPERADOR DE TELEPROMPTER	1	\$251.86	\$251.86
OPERADOR DE CARACTERES	1	\$251.86	\$251.86
INGENIERO	1	\$600.00	\$600.00
FLOOR MANAGER	1	\$251.86	\$251.86
OPERADOR DE APARATOS AUDIOVISUALES	1	\$233.33	\$233.33
		TOTAL=	\$6,231.00

Obviamente no estamos incluyendo todos los costos administrativos, de infraestructura y operaciones restantes.

Todo este personal puede ser aprovechado solo una vez al día debido a demoras en el tiempo de la colocación de luminarias. Con la automatización de esta tramoya se permitiría la reducción del tiempo de

colocación a la mitad, esto permitiría realizar 2 grabaciones por día, lo cual daría a la institución doble entrada de ingresos por día equivalentes a \$200'000.00 Ya que actualmente se realiza una sola grabación por día con un ingreso promedio de \$100'000.00 derivado de la renta del estudio.

CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación fue cumplido en su totalidad.

- Elaborando una propuesta que resuelva La necesidad básica de proporcionar seguridad en el armado de la iluminación.
- Reducción de tiempos entre jornadas.
- Aumento de ganancias.

En la elaboración de esta tesina supuso esfuerzo, dedicación y colaboración. La cantidad de tópicos involucrados en el desarrollo de este trabajo hizo darnos a la tarea de consultar una gran cantidad información, parte de esta, se encuentra fuera de los ámbitos de la ingeniería mecánica eléctrica pero no de los alcances de la ingeniería. El conocimiento adquirido es invaluable ya que proporciona herramientas tangibles que en la formación de un buen ingeniero son necesarias.

CONCLUSIONES TECNICAS (JUAN J. ESTRADA C.)

En la investigación la problemática fue que principalmente se encontró es que los iluminadores necesitan más facilidad al colocar la iluminación y manipular a ésta, con ello se tendría mejor aprovechamiento del tiempo en las operaciones.

A través del estudio del problema se encontró que era más factible que se utilizara una tramoya que bajara para que los iluminadores hagan arreglos adecuados para cada configuración que se necesite para un programa de televisión, después esta tramoya subiría para que los iluminadores ajusten o le den estética a las luces si se llegara a requerir. Una vez teniendo una solución que satisficiera el problema se comenzó a estudiar e ingeniar como utilizar todos los elementos recabados y transformarlos para resolver nuestra necesidad y así brindar seguridad, facilidad y una mayor entrada de ingresos; fue arduo el esfuerzo, pero se obtuvo un gran conocimiento en este campo que no es tan común y es algo complejo. La ingeniería y todos sus temas que están relacionados son únicos y apreciados por lo que se echaron mano de todos los conocimientos adquiridos tanto en la carrera como en el diplomado , para dar como resultado la presentación de una solución factible , a una situación que como se ve tiene salida aprovechable. Cabe mencionar que aunque no como un objetivo planteado al principio, al final se obtuvo un legado informativo sobre este tema en la Universidad Nacional Autónoma de México.

CONCLUSIONES TECNICAS (DANIEL PÉREZ PALOMARES)

Con esta investigación logramos indagar en temas diversos y comunes de la ingeniería, como estructuras, iluminación, automatización, normas de seguridad etc., relacionándolos para así desarrollar un sistema automatizado con pocos antecedentes en México. La combinación de este conocimiento y la aplicación de la ingeniería han demostrado que se puede construir dicho sistema con elementos que se pueden encontrar fácilmente en el mercado. Con la elaboración de este trabajo de investigación, realizamos un avance para que en futuros desarrollos de tecnología para sets de grabación de televisión en México.

Con relación al objetivo planteado en la investigación, que refiere a la optimización de la seguridad de los iluminadores y reducción de tiempos entre jornadas en la dependencia de T.V. UNAM, concluimos que los factores o aspectos que aporta esta investigación son los siguientes:

- Elaborando una propuesta que resuelva la necesidad básica de proporcionar seguridad en el armado de iluminación.
- Reducción de tiempos entre jornadas.
- Aumento de ingresos en la dependencia al reducir el tiempo entre grabaciones.

CONCLUSIONES PERSONALES (JUAN J. ESTRADA C.)

En la preparación de esta tesina se utilizaron todos los métodos de investigación posibles, ya que es un tema con escasa información aquí en México, puesto que no hay muchos proyectos similares que se produzcan en esta nación. Por lo cual se tuvo que poner más énfasis y entusiasmo para no caer en la desesperación en la recopilación de la información. Una vez obtenida la información que nos era de gran utilidad y que cubría los puntos de esta tesina, se utilizó los conocimientos adquiridos en la carrera para transformar la información y utilizarla para el fin que se tenía planteado.

Con las herramientas y las bases que nos dio la Universidad y la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica, me di cuenta que son bastas y suficientes para salir al mundo y brindar a la sociedad una solución a los problemas complejos y cotidianos, a su vez alimentará a los ingenieros de nuevos conocimientos que se irán adquiriendo durante la práctica profesional.

CONCLUSIONES PERSONALES (DANIEL PEREZ P.)

Gracias a la universidad, que es capaz de formar ingenieros integrales, eficientes y sensibles a las necesidades de la sociedad mexicana. El trabajo en equipo y la colaboración en investigaciones son parte de la formación de los ingenieros en la Facultad de Estudios Superiores Aragón, estas características sirvieron para alcanzar el objetivo de esta investigación.

CONCLUSIONES ECONOMICAS

Sobre la base de los aspectos económicos explorados, podemos concluir los siguientes puntos:

- Se puede tener un mejor aprovechamiento del personal en su jornada laboral.
- Así como una mayor cantidad de programas grabados al día
- Por tanto una recaudación de ingresos, que se pueden utilizar para la compra de una mejor tecnología en el futuro.
- También consolidar una mejor infraestructura en los estudios de grabación de T.V UNAM.
- Poder en el futuro traer a más empresas para que realicen sus grabaciones con esta tecnología y en la institución.
- Estar a la vanguardia en la UNAM en cuanto al diseño de tramoyas Automatizadas

TABLA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE LUMINOTECNIA	- 7 -
ILUSTRACIÓN 2 PARRILLA SUSPENDIDA	- 8 -
ILUSTRACIÓN 3 JUNTURAS EN EL SISTEMA DE PARRILLA	- 10 -
ILUSTRACIÓN 4 SUJETADORES AJUSTABLES PARA INSTRUMENTOS DE LUZ	- 11 -
ILUSTRACIÓN 5 APAREJO DE PESO MUERTO	- 14 -
ILUSTRACIÓN 6 APAREJO DE CONTRAPESO MANUALMENTE OPERADO	- 15 -
ILUSTRACIÓN 7 TRAMOYA AUTOMATIZADA.....	- 16 -
ILUSTRACIÓN 8 ILUMINANCIA.....	- 21 -
ILUSTRACIÓN 9 LUZ CLAVE.....	- 26 -
ILUSTRACIÓN 10 LUZ TRASERA O CONTRALUZ	- 28 -
ILUSTRACIÓN 11 INSTALACIÓN DE LA LUZ LATERAL DE RELLENO	- 29 -
ILUSTRACIÓN 12 LUZ LATERAL.....	- 30 -
ILUSTRACIÓN 13 LUZ TRASERA DE RETROCESO.....	- 31 -
ILUSTRACIÓN 14 EL PRINCIPIO FOTOGRÁFICO O LA ILUMINACIÓN EN TRIANGULO	- 32 -
ILUSTRACIÓN 15 APLICACIÓN DE MÚLTIPLES TRIÁNGULOS	- 34 -
ILUSTRACIÓN 16 CRUCE DE LUCES CLAVE.....	- 35 -
ILUSTRACIÓN 17 CRUCE DE LUCES CLAVE PARA ÁREAS GRANDES	- 37 -
ILUSTRACIÓN 18 LOCALIZACIÓN DE LA LUZ QUE CAUSA LA SOMBRA	- 41 -
ILUSTRACIÓN 19 RAZONES DE ILUMINACIÓN	- 46 -
ILUSTRACIÓN 20 RAZONES DE ILUMINACION	- 47 -
ILUSTRACIÓN 21 ESQUEMA DE ILUMINACIÓN PLANA PARA ENTREVISTA	- 50 -
ILUSTRACIÓN 22 SERVICIO CONTINUO	- 70 -
ILUSTRACIÓN 23 SERVICIO DE CORTA DURACIÓN.....	- 71 -
ILUSTRACIÓN 24 SERVICIO INTERMITENTE	- 71 -
ILUSTRACIÓN 25 SET DE GRABACIÓN. TV UNAM FORO 1	- 80 -
ILUSTRACIÓN 26 TRAMOYA DE ILUMINACIÓN	- 81 -
ILUSTRACIÓN 27 SECCIÓN DE TRAMOYA CON LA QUE SE PRETENDE TRABAJAR	- 82 -
ILUSTRACIÓN 28 LUMINARIA FRESNELITE 8	- 83 -
ILUSTRACIÓN 29 ESTRUCTURA METÁLICA CON LA DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EMPLEADAS.....	- 84 -
ILUSTRACIÓN 30 LISTÓN EN EL SET DE TV CON UNA CARGA MÁXIMA DE LUMINARIAS.	- 85 -
ILUSTRACIÓN 31 VISTA DEL PERFIL OC EMPLEADO EN LA ESTRUCTURA.	- 87 -
ILUSTRACIÓN 32 MECANISMO PROPUESTO DEL SISTEMA DE IMPULSIÓN DE LA TRAMOYA.	- 89 -
ILUSTRACIÓN 33 CABRESTANTES	- 90 -
ILUSTRACIÓN 34 VISTA DEL CABLE DE ACERO QUE SUJETA A LA TRAMOYA.....	- 90 -
ILUSTRACIÓN 35 VISTA DEL SISTEMA COMPLETO.....	- 91 -
ILUSTRACIÓN 36 DETALLE DE MOTOR CON CABRESTANTES.....	- 91 -
ILUSTRACIÓN 37 CONTROL DE CABRESTANTE EN TABLERO	- 92 -

BIBLIOGRAFIA

- JR Clancy Incorporated. (2009). *Rigging System Design Guide*. Recuperado el 8 de Febrero de 2010, de www.jrclancy.com
- JR Clancy Incorporated. (22 de Enero de 2010). *PowerLift Installation Manual*. Recuperado el 8 de Febrero de 2010, de www.jrclancy.com
- Knowledgedoor, L. (2005). *Library of Units and Constants: Illuminance Quantity*. Recuperado el 21 de 07 de 2006
- MOTORES U.S. DE MEXICO S.A. DE C.V. (Agosto de 2006). *MANUAL DE INSTALACION Y MANTENIMIENTO*. Recuperado el 4 de Febrero de 2010, de MOTORES VERTICALES.
- Siemens AG. (- de 12 de 2008). Manual de sistema Arrancador suave SIRIUS 3RW44. Nürnberg, Freistaat Bayern, Deutschland.
- Southwest Wire Rope, Inc. (s.f.). *Technical Data Manual*. Recuperado el 6 de Febrero de 2010, de www.swwrinc.com
- Subsecretaría del Trabajo. (13 de Septiembre de 2000). *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-006-STPS-1999*. Recuperado el 1 de Marzo de 2010, de http://www.stps.gob.mx/04_sub_prevision/03_dgsht/normatividad/normas/nom_006.htm

APÉNDICES

UNIDADES DE FOTOMETRÍA DEL S. I.

Magnitud	Símbolo	Unidad del SI	Abrev.	Notas
Energía luminosa	Q_v	lumen segundo	lm·s	A veces se usa la denominación talbot, ajena al SI
Flujo luminoso	F	lumen (= cd·sr)	lm	Medida de la potencia luminosa percibida
Intensidad luminosa	I_v	candela (= lm/sr)	cd	Una Unidad básica del SI
Luminancia	L_v	candela por metro cuadrado	cd/m ²	A veces se usa la denominación nit, ajena al SI
Iluminancia	E_v	lux (= lm/m ²)	lx	Usado para medir la incidencia de la luz sobre una superficie
Emitancia luminosa	M_v	lux (= lm/m ²)	lx	Usado para medir la luz emitida por una superficie
Eficacia luminosa		lumen por vatio	lm/W	razón entre flujo luminoso y flujo radiante

UNIDADES DEL S. I. UTILIZADAS EN RADIOMETRÍA

Magnitud física	Símbolo	Unidad del SI	Abreviación	Notas
Energía radiante	Q	julio (unidad)	J	energía
Flujo radiante	Φ	vatio	W	Energía radiada por unidad de tiempo. Potencia.
Intensidad radiante	I	vatio por estereorradián	$W \cdot sr^{-1}$	Potencia por unidad de ángulo sólido
Radiancia	L	vatio por estereorradián por metro cuadrado	$W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$	Potencia. Flujo radiante emitido por unidad de superficie y por ángulo sólido
Irradiancia	E	vatio por metro cuadrado	$W \cdot m^{-2}$	Potencia incidente por unidad de superficie
Emitancia radiante	M	vatio por metro cuadrado	$W \cdot m^{-2}$	Potencia emitida por unidad de superficie de la fuente radiante
Radiancia espectral	L_{λ} o L_{ν}	vatio por estereorradián por metro cúbico	$W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-3}$ o $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2} \cdot Hz^{-1}$	Intensidad de energía radiada por unidad de superficie, longitud de onda y ángulo sólido. Habitualmente se mide en $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$
Irradiancia espectral	E_{λ} o E_{ν}	vatio por metro cúbico o metro cuadrado por hercio	$W \cdot m^{-3}$ o $W \cdot m^{-2} \cdot Hz^{-1}$	Habitualmente medida en $W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$

EXTRACTO DE SECCION 7 “PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD E HIGIENE” NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-006-STPS-1999

7 Procedimientos de seguridad e higiene

Para instalar, operar o dar mantenimiento a la maquinaria, los procedimientos de seguridad e higiene deben contener, como mínimo, lo siguiente.

7.1 Para polipastos y malacates, según aplique, al menos instrucciones para que:

- a) en la instalación se tomen en consideración las recomendaciones del fabricante;
- b) se revise su instalación y sus partes, a fin de detectar signos de ruptura, fatiga, deformación u otra condición que pudiera generar riesgos a los trabajadores o a las instalaciones, de acuerdo con el programa de mantenimiento que para tal efecto se establezca con las recomendaciones del fabricante. Se recomienda ver la Guía de Referencia I, no obligatoria;
- c) se evite que la ubicación y puntos de anclaje constituyan un factor de riesgo;
- d) cuando el cable esté sujeto a tensión, no roce contra superficies que lo puedan cortar o dañar;
- e) se provea el libre acceso y el espacio necesario para su operación;
- f) al montar un polipasto sobre un carro monorraíl, se verifique que estén instalados los topes en los límites del área de operación;
- g) se verifique que todos los tornillos y tuercas estén correctamente apretados;
- h) se verifique que todo polipasto eléctrico esté conectado a tierra, de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 610. G de la NOM-001-SEDE-1999;
- i) en la instalación, se consideren al menos y, según sea el caso, los puntos siguientes:
 - 1) fijación en el carro;
 - 2) ensamble y desensamble;
 - 3) montaje y suspensión del cable o cadena;
 - 4) fijación de la caja receptora;
 - 5) alimentación de energía, incluyendo los diagramas eléctricos;
- j) la CMU no sea excedida, esté marcada en el polipasto y sea legible;
- k) en los polipastos eléctricos, la tensión eléctrica esté indicada en la placa de datos;
- l) en los polipastos neumáticos se use la presión de aire indicada en la placa de datos;

- m) en los malacates de tambor se cumpla además con lo siguiente: el número de vueltas del cable alrededor del tambor, sea al menos de dos al estar totalmente desenrollado; la diferencia del diámetro exterior del lateral al diámetro máximo de enrollamiento del cable, sea cuando menos cuatro veces; la bajada de la carga sea asegurada accionando el freno, previniendo toda falsa maniobra;
- n) se opere sólo cuando haya sido revisado antes de iniciar la jornada;
- o) no se ejerza una tracción oblicua mayor a 4° o 1 :15, entre la distancia de separación de la carga con respecto a la vertical y la altura de levantamiento;
- p) sea realizada de manera coordinada la utilización simultánea de dos o más polipastos manuales para levantar una misma carga;
- q) cuando se pongan en marcha, la carga no oscile durante su movimiento y sea mantenida a la menor altura posible;
- r) cuando la temperatura del medio ambiente sea inferior a -15°C , el polipasto no se someta a un esfuerzo superior al 50% de la CMU;
- s) cuando el polipasto de accionamiento manual sea puesto en reposo, éste quede suspendido y la cadena de mando sea enrollada a la cadena de carga para evitar accionamientos involuntarios;
- t) no se rebase el máximo de arranques por hora ni el tiempo máximo de operación especificados por el fabricante;
- u) en los malacates de tambor de accionamiento manual, se cuente con un responsable a cargo de accionar el trinquete de retención;
- v) se evite que la eslinga se instale en la nariz o punta de los ganchos de anclaje y carga;
- w) el amarre sea de tal forma que la carga quede equilibrada;
- x) cuando el esfuerzo manual sea excesivo para operar la cadena de maniobra, manivelas o palancas de tracción, se suspenda el levantamiento de inmediato y se revise el equipo, y que la carga no rebase la CMU;
- y) se determine la periodicidad de las inspecciones para: cadena de carga y de mando o palanca, sistema eléctrico, terminales, interruptor límite, caja receptora, nueces, frenos, ganchos, engranajes, motor y carcasa;
- z) se realicen las inspecciones a cables, bielas, bloques de las mordazas y ganchos de apoyo de los malacates de accionamiento manual y motorizado;
- aa) cuando un polipasto o malacate sea modificado, se proporcione a los trabajadores la información necesaria para preservar las condiciones de seguridad;

- bb) cuando se sustituya el cable, se haga con otro del tipo y características originales;
- cc) los cables se guarden bajo techo y se evite el contacto de éstos con humedad, gases y sustancias que puedan corroerlos;
- dd) se inspeccione y lubrique periódicamente el cable, conforme a las recomendaciones del fabricante;
- ee) se incluya una tabla para la reparación de fallas, su posible causa y la solución recomendada;
- ff) el cable sea reemplazado cuando se presente cualquiera de las siguientes condiciones: doce alambres rotos de manera aleatoria en un mismo torón por cada caída del cable; desgaste de más de un tercio del diámetro original de los alambres individuales exteriores en cualquier sección del cable; cuando se presente: retorcimiento, cocas, bucles, aplastamiento, evidencia de daño por calor, quemaduras por flama o corrosión; cuando se formen ondas o se produzca una torsión no balanceada del cable;
- gg) el mantenimiento de la cadena de carga, comprenda al menos que: cuando así se requiera, sea sustituida por una cadena que cumpla con las especificaciones originales del fabricante; sea retirada inmediatamente del servicio si existen uno o más eslabones aplastados, torcidos, alargados, rotos, desgastados o fisurados; asiente correctamente en las nueces; sea medida en secciones de no más de 11 eslabones y, cuando se detecte que ha sufrido un alargamiento superior al 5% en cualquier sección, o que el espesor de cualquier eslabón se haya reducido en más de 10%, sea sustituida; no se añadan eslabones soldados; todo gancho deformado, torcido, abierto, con desgastes o fisuras, sea reemplazado por otro nuevo de la misma capacidad de carga;
- hh) el mantenimiento eléctrico de polipastos y malacates comprenda al menos que: antes de realizar cualquier actividad, se haga el bloqueo de energía según lo establecido en la NOM-004- STPS-1999; las conexiones de los cables y terminales cumplan con las especificaciones del fabricante; se verifique que el funcionamiento de cada interruptor se encuentre en relación a la CMU, y cuando sea necesario se efectúe su calibración; se compruebe el libre funcionamiento de las teclas de la botonera, verificando que los movimientos estén claramente identificados y, que los símbolos correspondientes estén marcados permanentemente en ellas;
- ii) la lubricación de polipastos de accionamiento motorizado, comprenda al menos que se verifique que los niveles de aceite se encuentren conforme a las especificaciones del fabricante;
- jj) se cambie el aceite de la caja de engranajes de acuerdo a las especificaciones del fabricante;
- kk) se mantenga limpio el sistema de frenado y de embrague;

ll) en los malacates de tambor, tanto los engranes como el sistema de frenado y el trinquete se mantengan engrasados, de acuerdo a las especificaciones del fabricante;

mm) cuando el cigüeñal esté acoplado directamente a la palanca de tracción, se tenga un ajuste deslizante entre ambos, de manera que al aplicar al malacate una sobrecarga de 50%, los pernos de seguridad se cizallen. No se debe sustituir el material original de dichos pernos;

nn) se revise el estado de las mangueras y las conexiones;

oo) se revise el bloque de conexiones hidráulicas;

pp) se verifiquen las conexiones eléctricas y que el motor gire en el sentido de las manecillas del reloj;

qq) en los polipastos motorizados se determine la periodicidad de los ajustes del freno y del embrague o de los interruptores límite;

rr) se prueben las medidas originales de las mordazas con un eje calibrado de un diámetro mayor al diámetro utilizado para el control de su desgaste. Las medidas de los diámetros y las tolerancias deben ser las proporcionadas por el fabricante;

ss) después de cualquier reparación, todo polipasto o malacate sea sometido a una prueba de funcionamiento y se registren los resultados obtenidos, haciendo una breve descripción del procedimiento seguido.

7.2 Para eslingas, instrucciones para que:

a) su capacidad de carga sea superior al peso de la carga por levantar;

b) se utilicen sólo eslingas identificadas;

c) si se produce la rotación de una de las extremidades de la eslinga, con cable de acero, se suspenda la operación de carga;

d) si se presenta des torcimiento en las eslingas con cable de acero, se suspenda la operación para evitar la rotación de la carga;

e) nunca se utilicen eslingas dañadas;

f) nunca se realicen nudos en las eslingas textiles;

g) no se arrastre la carga a izar sobre las eslingas;

h) no se utilicen eslingas textiles por encima de 100 °C ni por debajo de -40 °C;

i) la zona de cosido de la eslinga de cinta nunca entre en contacto con la carga;

j) las eslingas textiles se almacenen en lugares limpios y secos, lejos de fuentes de calor directo, rayos ultravioleta o luz solar directa;

k) se utilicen eslingas con guardacabos o arcos de protección en cargas que tengan aristas vivas;

l) se revisen en los tiempos establecidos por el patrón, basándose en las recomendaciones del fabricante, a fin de detectar signos de ruptura, fatiga, deformación u otra condición que pudiera generar daños a los trabajadores o a las instalaciones;

m) en caso de exposición de eslingas textiles a agentes químicos, se consulte al fabricante.

7.3 Para grúas, según apliquen, instrucciones para que:

a) la cabina garantice una buena visibilidad en la zona de trabajo; este ventilada; cuente con limpiaparabrisas eléctrico o neumático, en caso de que opere a la intemperie, con vidrios inastillables, con escalas de mano u otro medio de acceso seguro a la cabina de mando, con un asiento cómodo y concebido en función de su uso, con extintores del tipo y capacidad específicos al modelo de la grúa y al material que maneje, con mandos colocados de forma que el operario disponga de espacio suficiente para maniobrar y con palancas de mando que estén protegidas contra el riesgo de accionamiento involuntario;

b) se cuente con un letrero visible, tanto para el trabajador que opere la maquinaria, como desde el suelo, donde se indique la CMU, en kg si es de 1000 kg o menos, y en toneladas si es mayor a 1000 kg;

c) cuando una grúa móvil esté equipada con gatos estabilizadores, éstos deban estar suficientemente extendidos, para descargar completamente a las ruedas y descansar sobre calzas, a menos que se encuentren sobre un piso firme;

d) cuando una grúa se desplace sobre ruedas provistas de neumáticos, éstos se revisen al inicio de cada jornada para verificar que estén exentos de cualquier defecto, y que se encuentren a la presión correcta, conforme a las indicaciones del fabricante;

e) cuando una grúa móvil se desplace llevando la carga suspendida, deba cumplir con lo siguiente: que el brazo se oriente en la dirección del eje longitudinal de la grúa, que no se incline hasta el punto en que la carga suspendida sea igual o superior a la carga máxima de seguridad correspondiente a la inclinación del brazo; que se mantenga a la altura mínima necesaria para que la carga no choque con el piso por efecto del balanceo del brazo y si la carga es de difícil manejo a causa de su tamaño, se le aten a la carga cabos de retención para mantenerla fija, especialmente en condiciones de viento;

f) se cuente con dispositivos de frenado automático cuando el peso máximo sea superado;

g) sean operadas únicamente por personal autorizado por el patrón;

h) se consideren para su operación los análisis de momentos que se puedan presentar o las sobrecargas por lluvia o viento que pudieran estar presentes en el manejo de materiales;

i) se desplacen las cargas a una altura superior a la que se encuentren o circulen los trabajadores;

j) el ayudante se sitúe en un lugar que permita la máxima visibilidad de todas las trayectorias de operación de la grúa, y se realicen las operaciones de conformidad con el código de señales o sistema de comunicación que para tal efecto se tenga, cuando así se requiera;

k) el operador no mueva la grúa hasta que haya entendido la señal o indicación de su ayudante;

l) antes de izar la carga, se realice una verificación para asegurar que la misma se encuentre convenientemente asegurada;

m) al finalizar la operación, se desconecte el interruptor principal y se deje bloqueada con un candado o tarjeta de seguridad;

n) cuando por la misma vía circulen varias grúas, o por el mismo puente más de un carro de grúa, estén dotadas de amortiguadores que entren en contacto en caso de choque;

o) cuando aplique, se cuente con un interruptor de protección general a nivel de piso que desconecte la corriente eléctrica de la grúa al realizar operaciones de mantenimiento, debiendo cumplir con el procedimiento de bloqueo de energía establecido en la NOM-004-STPS-1999;

p) toda grúa sea revisada por personal autorizado por el patrón, en los casos siguientes: antes de cada jornada; antes de ser puesta en servicio por primera vez; después de la sustitución o reparación de alguna pieza sometida a esfuerzos; de acuerdo a los intervalos máximos indicados por el fabricante y al menos una vez cada tres años;

q) cuando una grúa sea modificada en su estructura, accesorios, mecanismos, contrapesos, elementos de estabilización o cualquiera otra parte que altere las condiciones de funcionamiento, sea sometida a las pruebas correspondientes, antes de volver a operarla.

7.4 Para montacargas, según aplique, al menos instrucciones para que:

a) las cabinas cumplan con lo siguiente: proporcionen al operador protección contra la intemperie; garanticen una buena visión en la zona de trabajo; permitan un fácil acceso al puesto de trabajo; cuenten con piso antiderrapante; estén ventiladas; estén provistas de un asiento cómodo y concebido en función de su uso; sean resistentes al fuego en sus materiales de construcción; cuenten con extintor del tipo y capacidad específico a la clase de montacargas y al material que transporte, y cuenten con espejo retrovisor;

- b) se cuente con un dispositivo sonoro que sea activado automáticamente durante su operación en reversa;
- c) las luces delanteras y traseras, o la torreta, estén encendidas durante su operación;
- d) en la operación se respeten los límites de velocidad de la zona que transita; se cerciore que la carga no sobrepase la CMU indicada en la placa; se opere el equipo bajo un procedimiento seguro cuando no lleve carga; circule con los brazos de la horquilla a una altura máxima de 0.15 metros por encima del suelo; se estacione con los brazos de la horquilla colocados a una altura máxima de 0.15 metros sobre el suelo; en su caso, retire la llave del contacto al abandonar el montacargas; efectúe el llenado de combustible en una zona ventilada y se adopten las medidas de seguridad correspondientes, de acuerdo con el tipo de combustible utilizado;
- e) las revisiones sean realizadas por personal autorizado por el patrón, antes de cada jornada, antes de ser puesta en servicio por primera vez, y después de la sustitución o reparación de alguna pieza sometida a esfuerzos;
- f) el mantenimiento sea realizado en la forma y periodicidad recomendadas por el fabricante.

7.5 Para electroimanes, instrucciones para que:

- a) se revise la fuente de energía auxiliar, que entre en servicio de inmediato en caso de falla de la red principal de alimentación, de modo que la carga pueda mantenerse suspendida por el tiempo que sea necesario hasta descenderla en forma segura;
- b) no se usen cerca de máquinas, de elementos de acero, ni de materiales ferrosos;
- c) se coloquen y quiten los candados o tarjetas de seguridad, que adviertan que es peligroso desconectar, o en su caso, conectar el interruptor de alimentación del electroimán durante la operación o mantenimiento, según corresponda;
- d) se revise la conexión a tierra del electroimán, de conformidad con lo que establece la NOM-001- SEDE-1999, en su apartado 600;
- e) la alimentación se corte cuando no se utilice;
- f) sólo se le aplique la tensión eléctrica hasta que esté en contacto con la carga a levantar.

7.6 Para cargadores frontales, instrucciones para que:

- a) se cuente con una cabina que cumpla al menos con lo siguiente: en su caso, proporcionar al operador protección contra la intemperie; tener escalas de mano u otro medio de acceso seguro, y que en caso de emergencia permita un rápido desalojo; garantizar una buena

visibilidad del área de trabajo; tener extintor del tipo y capacidad específico al tipo de cargador frontal y al material que transporta; que los mandos estén colocados de forma tal, que el operador disponga de espacio suficiente para maniobrar;

b) en la operación se respeten los límites de velocidad de la zona que se transita; se cerciore que la carga no sobrepase la CMU indicada en las placas de capacidad de carga; se evite que la carga no sea de mayor dimensión que el bote; se accione el claxon en cruces peligrosos; se eviten los movimientos bruscos o rápidos; se efectúe la carga de combustible en una zona ventilada; al terminar el turno de trabajo se estacione el cargador frontal con el bote o pala apoyado sobre el suelo; se apague el equipo y retire la llave de contacto al abandonar el cargador frontal;

c) se cuente con una señal de advertencia audible, que se active automáticamente cuando el vehículo se mueva en reversa;

d) se verifique el buen estado de los dispositivos y accesorios para su operación, tales como:
espejo retrovisor, extintor y cinturón de seguridad, entre otros;

e) cuando sea necesario levantar la máquina para darle mantenimiento, se utilicen gatos apoyados sobre bloques, que garanticen la seguridad de los trabajadores involucrados en estas maniobras;

f) el mantenimiento sea realizado en la forma y periodicidad recomendadas por el fabricante.

7.7 Para transportadores, según aplique, instrucciones para que:

a) cuando los transportadores pasen por diferentes niveles del edificio, las aberturas estén protegidas;

b) se utilicen faldones en los chutes y curvas del transportador, a fin de evitar la caída de materiales por los lados;

c) se verifique que se cuente con pasarelas para cruzar por encima o por debajo de los transportadores, y se prohíba a los trabajadores cruzar a través de ellos;

d) se verifique que los dispositivos de arranque y paro sean visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos para ser alcanzados por el operador;

e) si uno o más transportadores operan en serie, éstos estén provistos de dispositivos eléctricos o mecánicos de tal forma que si uno de los transportadores se detiene, todos los otros también se detengan;

- f) en caso de que un transportador se detenga por estar sobrecargado, se quite toda la carga, se desactiven los dispositivos de bloqueo del arranque y se verifique la seguridad de la actividad antes de ponerlo nuevamente en marcha;
- g) los trabajadores que desarrollen sus actividades en la cercanía de los transportadores, usen el cabello corto o recogido y no porten cadenas, anillos, pulseras, ropa suelta u otros objetos que pudieran ser factor de riesgo durante la operación;
- h) no se exceda la CMU ni la velocidad máxima de la banda, establecidas por el fabricante;
- i) solo operen esta maquinaria los trabajadores autorizados por el patrón que tengan un conocimiento pleno de su operación, sus controles eléctricos, dispositivos de seguridad y advertencias de la capacidad y de las limitaciones en el desempeño del sistema;
- j) se tengan limpias y libres de obstáculos todas las áreas alrededor del transportador y en particular los pasillos, así como aquéllas que se encuentren alrededor de la transmisión, los dispositivos de seguridad y las estaciones de control;
- k) se impida el paso de trabajadores a las áreas donde el material caiga y represente un peligro, mediante barandas y señales de acuerdo a lo que establece la NOM-026-STPS-1998;
- l) durante la operación de los transportadores de gusanos se aseguren las cubiertas, rejas y guardas antes de operar el transportador; se verifique que los tornillos y tuercas estén correctamente apretados; cuando se requiera que la alimentación al transportador sea abierta, ésta se cubra con una reja y no se pise o camine sobre las cubiertas, rejas o guardas; se desconecte y ponga el interruptor principal en la posición de apagado antes de quitar las cubiertas, rejas o guardas;
- m) las revisiones sean realizadas por personal autorizado por el patrón, antes de cada jornada, antes de ser puesta en servicio por primera vez y después de la sustitución o reparación de alguna pieza sometida a esfuerzos;
- n) se verifique, en su caso, la válvula de alivio y se mantengan bloqueadas las compuertas, de manera tal que no se puedan abrir si existe una presión interna positiva; se instalen protecciones cuando las líneas de succión sean suficientemente grandes para jalar a un trabajador y se protejan para que el aire que se inyecta a la tubería no sea transportado a otras áreas; se cuente con un dispositivo de bloqueo, para mantenerlo estable en varios niveles;
- o) se verifiquen las rampas cerradas y se coloquen letreros de advertencia en el extremo de salida del transportador, de acuerdo a lo que establece la NOM-026-STPS-1998;
- p) se verifique el funcionamiento de los dispositivos mecánicos o eléctricos, que emitan una señal al operador cuando una carga esté a punto de llegar al final de la rampa, especialmente si no es posible verlo durante el descenso;

- q) las puertas en cada estación se mantengan cerradas, excepto en el momento de cargar;
- r) se verifique que en las estaciones de carga, se encuentren en buen estado las protecciones de barandales, puertas giratorias o rejas;
- s) se bloquee, en su caso, el control central eléctrico en la posición de paro, antes de empezar a dar mantenimiento al transportador, conforme lo establecido en la NOM-004-STPS-1999, y se coloquen candados o tarjetas de seguridad para evitar su accionamiento;
- t) el mecanismo del transportador se mantenga permanentemente limpio;
- u) se lubriquen todas las partes del transportador y se le proporcione el mantenimiento en la forma y periodicidad recomendada por el fabricante.

7.8 Para maquinaria similar o que sea combinación de las enunciadas en los apartados del 7.1 al 7.7, instrucciones equivalentes a las descritas en dichos apartados, según aplique.

VELOCIDADES DE POLIASTO

VELOCIDADES DE POLIPASTOS	
SET DE LUCES	5-10 m/min
COLEGIO O TEATRO	30-50m/min
CASAS DE OPERA INTERNACIONALES	70-100m/min

DISEÑAR LA ADAPTACIÓN DE UNA TRAMOYA AUTOMATIZADA PARA LA ILUMINACIÓN DE UN SET DE TELEVISIÓN

