UCM. CÁLCULO DE LA DISTANCIA DE FRENADO

UCM. CALCULATING SAFETY GEAR STOPPING DISTANCE

UCM. CALCUL DE DISTANCE DE FREINAGE DES PARACHUTES

UCM. BERECHNUNG DER BREMSWEGE DER FANGVORRICHTUNGEN

INDICE

1. UCM

1.1. PREDISEÑO DEL SISTEMA UCM.

Según la norma UNE-EN 81-1: 1998 + A3:2009, los ascensores deben estar provistos de medios para detener el movimiento incontrolado de la cabina (UCM). Estos medios deben detectar el UCM y provocar la detección de la cabina. Esta parada debe efectuarse en una distancia máxima no superior a 1 m. (entre otros requerimientos).

Dentro del sistema de detección de movimiento incontrolado se pueden utilizar los paracaídas como medios de frenado del sistema.

A priori se puede calcular los valores de distancia de frenada de los paracaídas pero hay que conocer varios parámetros de la instalación. Cuanto más conocimiento se tenga de los distintos elementos físicos que componen el sistema más se acercará el valor teórico al valor real.

Estos valores son teóricos y sólo sirven como prediseño del sistema. Queda pendiente de certificar que se cumple con los requisitos de la norma en la instalación.

1.2. CÁLCULO DE DISTANCIAS DE FRENADO DE LOS PARACAÍDAS

Los datos de entrada son el P, Q y q de la instalación.

- P como la suma de la masa de la cabina vacía y los componentes soportados (kg)
- Q es la carga nominal del ascensor (kg)
- q es el coeficiente de equilibrado.

También hay que conocer cual va a ser el tiempo de respuesta de los distintos sistemas que componen el sistema de detección de movimiento incontrolado. Para una primera aproximación se va a simplificar estos retardos de respuesta a la distancia que necesita el limitador para actuar.

DESCENDENTE:

Suponemos que para una instalación simplificada al máximo en la que sólo influye las masas de la cabina y la masa del contrapeso, la aceleración natural del sistema desequilibrado se puede calcular como:

[1] $$a_n = \frac{-\left[(1-q)\cdot Q\right]}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}\cdot g$$

Esta aceleración natural del sistema es necesario conocerla para poder calcular la velocidad a la que entran los paracaídas. Lo normal es que la aceleración vaya desde 0 hasta 2 m/s^2, aunque depende del desequilibrio, en el caso de bajada la situación más desfavorable es para cabina cargada.

Con la aceleración natural del sistema (a_n) podemos obtener en la Figura 1 la velocidad a la que actuarían los paracaídas (v_0), para esto necesitamos conocer cuál ha sido la distancia recorrida (d_r) por el movimiento incontrolado de la cabina. Esta distancia es la suma de varios retardos de la instalación aunque el principal se debe a la distancia que necesita limitador de velocidad para actuar aunque también existen otros que hay que considerar como la distancia establecida para la detección del inicio del movimiento.

También se puede obtener este dato con la fórmula:

[2] $$v_0 = \sqrt{d_r \cdot 2 \cdot a_n} \cdot$$

En caso de usar un limitador Dynatech, consultar su manual para conocer este dato.

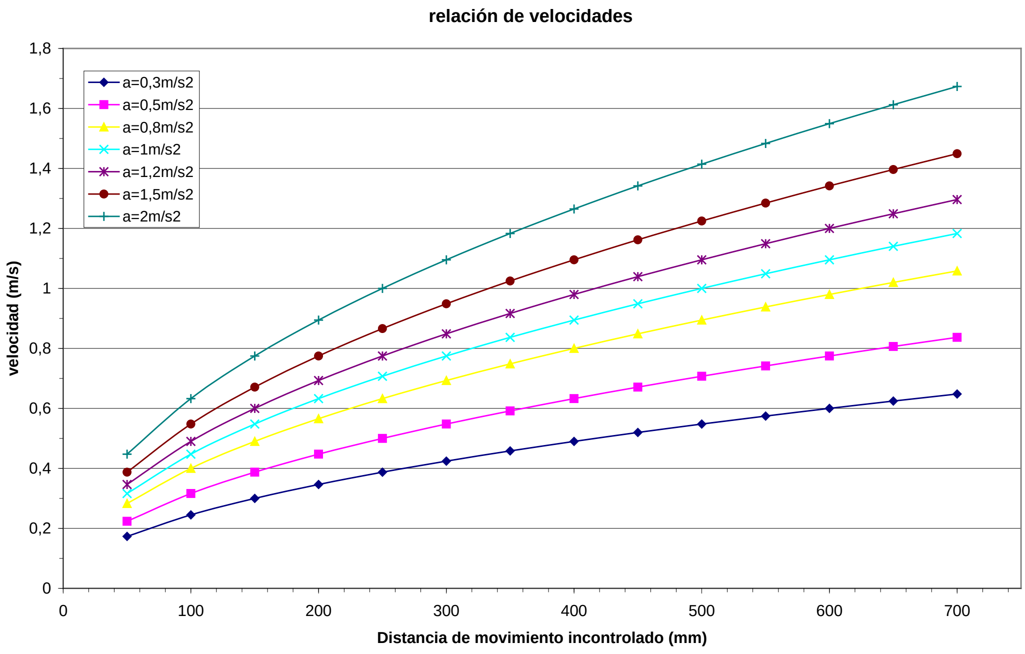


Figura 1: Gráfica de relación de velocidades

Ahora es necesario calcular la deceleración del sistema cuando frenan los paracaídas.

$$a_f = \frac{BF^{(1)} - [(1-q)\cdot Q]\cdot g}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}$$

[3]

$^{(1)} BF =$ Fuerza de frenado de los paracaídas corregida para este cálculo

Sustituimos la fuerza de frenado por su relación con el (P+Q) de la instalación y aplicamos un coeficiente de seguridad, entonces nos da,

$$a_f = \frac{16\cdot 0{,}9\cdot (P+Q) - [(1-q)\cdot Q]\cdot g}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}$$

Si sustituimos g por $10\ \mathrm{m/s^2}$

$$a_f = \frac{14{,}4\cdot (P+Q) - 10\cdot [(1-q)\cdot Q]\cdot}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}$$

Con la deceleración de frenado [3] y la velocidad de actuación de los paracaídas obtenida según la Figura 1 o la formula [2] se puede conocer la distancia de frenado de los paracaídas acudiendo a la Figura 2 o a la siguiente fórmula:

[4] $$d_r = \frac{v_0^2}{2\cdot a_f}\cdot$$

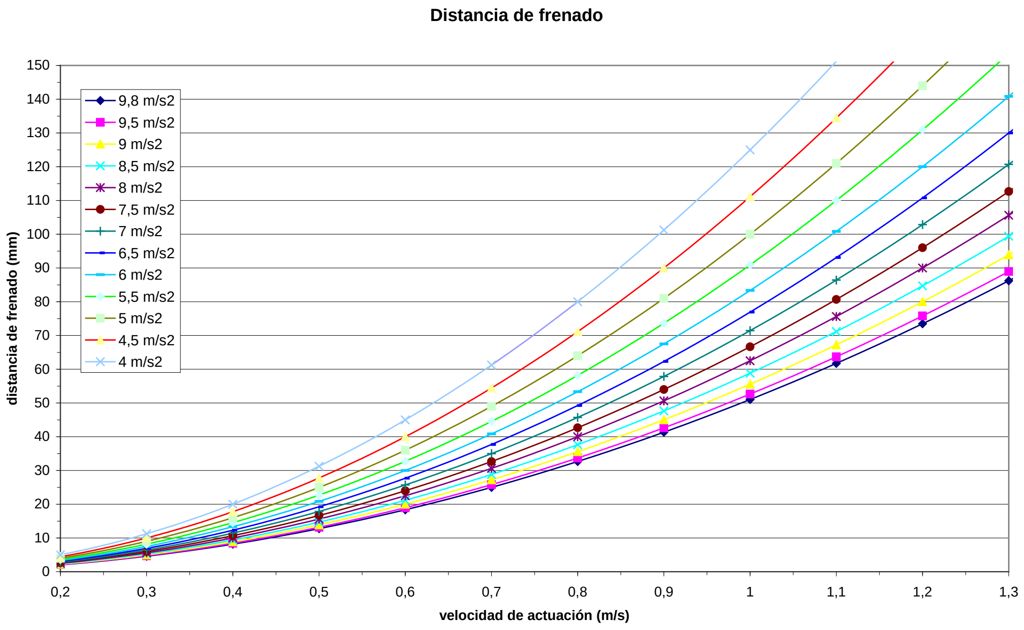


Figura 2: Gráfica para obtener la distancia de frenado de los paracaídas

Esta distancia es la teórica en la que los paracaídas detienen el bastidor en bajada.

Para obtener la distancia total de frenado del sistema UCM hay que sumarle tanto la distancia del limitador como otras distancias generadas por los tiempos de retardo reales que generan los distintos elementos que componen el sistema UCM.

ASCENDENTE

Igual que en descendente hay que realizar el cálculo de la aceleración natural del sistema, para este caso la situación más desfavorable es cuando la cabina está vacía y viene determinado por la siguiente ecuación.

[5] $$a_n = \frac{-q \cdot Q}{2 \cdot P + q \cdot Q} \cdot g$$

Con esta aceleración y la distancia recorrida por la cabina en el movimiento incontrolado se obtiene de la Figura 1 o de la fórmula [2] la velocidad a la que actúan los paracaídas.

De la misma manera que en descendente, se vuelven a calcular las deceleraciones del sistema aplicando la fuerza de frenado de los paracaídas.

[6]

$$a_f = \frac{BF^{(1)} - q \cdot Q \cdot g}{2 \cdot P + q \cdot Q} = \frac{16 \cdot 0{,}9 \cdot (P+Q) - \cdot q \cdot Q \cdot g}{2 \cdot P + q \cdot Q}$$

$^{(1)}$ BF = Fuerza de frenado de los paracaídas corregida para este cálculo

Si sustituimos g por $10\ \mathrm{m/s^2}$

$$a_f = \frac{7{,}2 \cdot (P+Q) - 10 \cdot q \cdot Q}{2 \cdot P + q \cdot Q}$$

Con esta aceleración y la velocidad de actuación se obtiene de la Figura 2 o de la fórmula [4], la distancia de frenado de los paracaídas en movimiento ascendente de la cabina.

De esta manera se obtiene la distancia teórica en la que los paracaídas detienen el bastidor en subida.

Para obtener la distancia total de frenado del sistema UCM hay que sumarle tanto la distancia del limitador como otras distancias generadas por los tiempos de retardo reales que generan los distintos elementos que componen el sistema UCM.

DECELERACIONES

El cálculo de deceleraciones hay que hacerlo en todo el rango de carga, es decir, desde Q=0 hasta Q máxima, para ello tomamos una razón λ desde q hasta 1 en descendente y desde 0 hasta q en ascendente y comprobar que las deceleraciones son válidas en todo el rango.

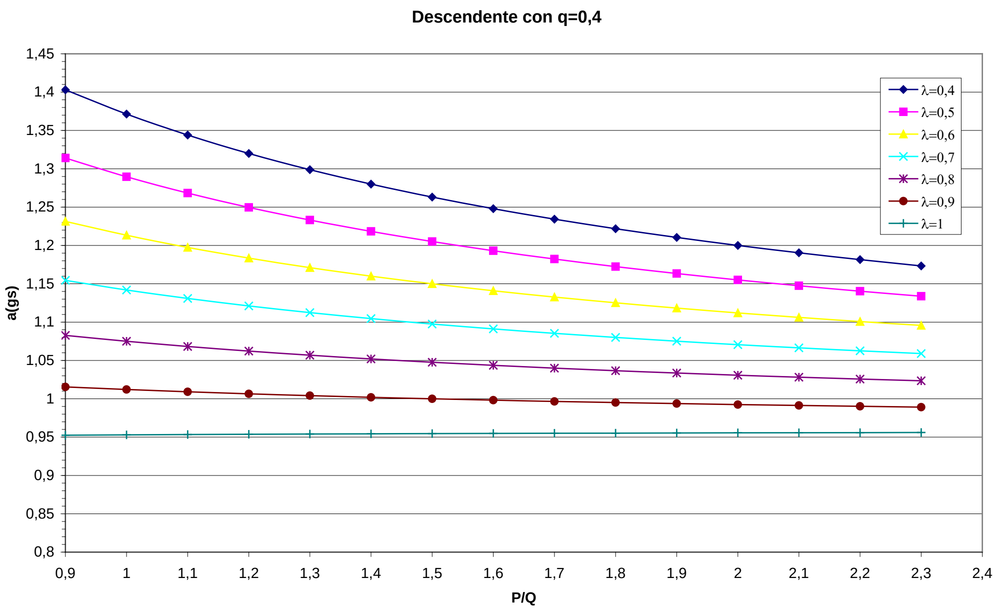
[7] $$a_f = \frac{BF^{(1)} - [(\lambda - q)] \cdot Q \cdot g}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} = \frac{19{,}2 \cdot (P+Q) - 10 \cdot [(\lambda - q)] \cdot Q}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} \text{ en descendente}$$

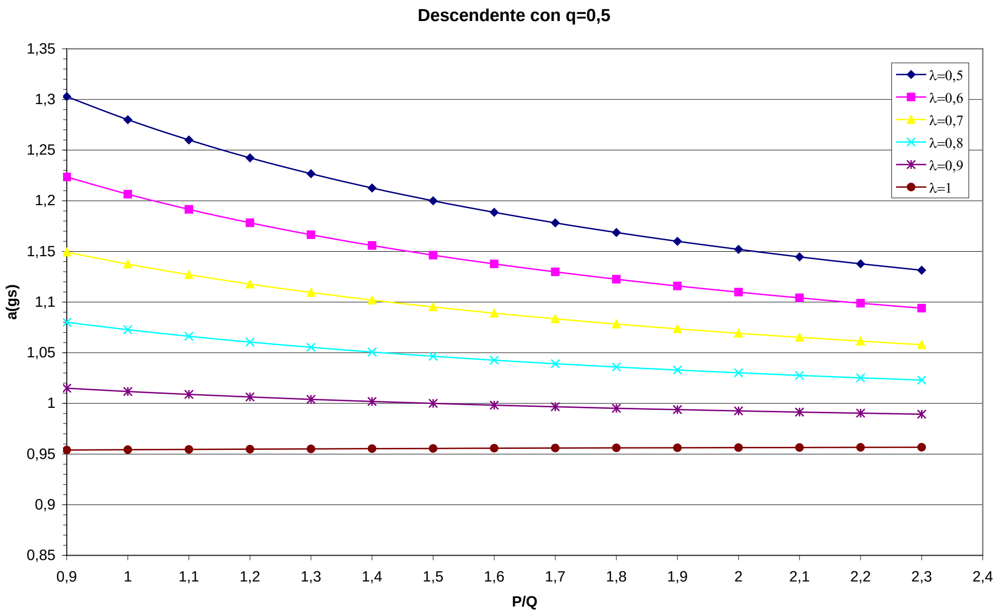
[8] $$a_f = \frac{BF^{(1)} - [(q - \lambda)] \cdot Q \cdot g}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} = \frac{9{,}6 \cdot (P+Q) - 10 \cdot [(q - \lambda)] \cdot Q}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} \text{ en ascendente}$$

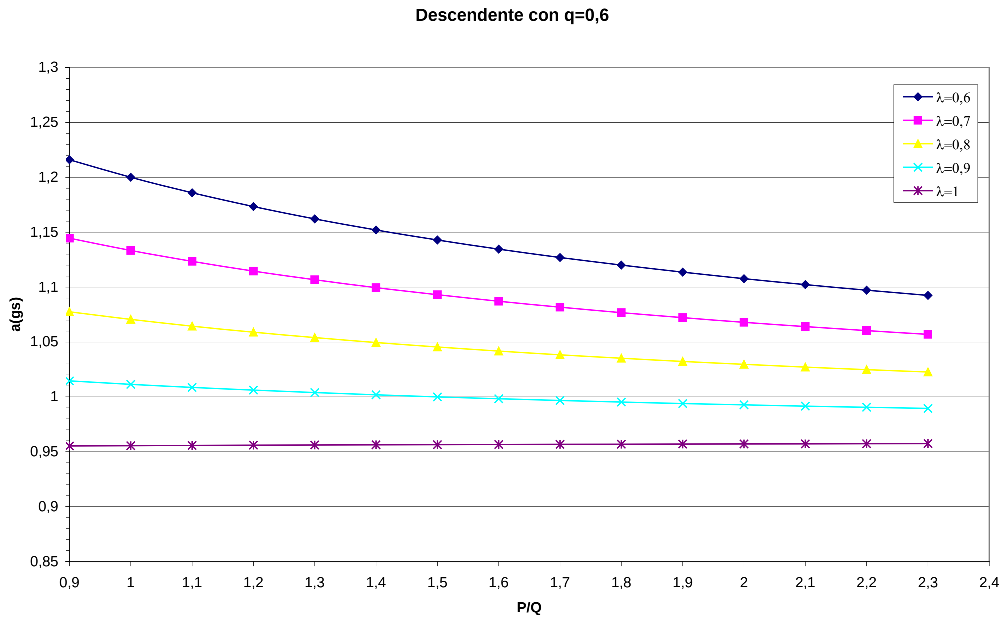
$^{(1)} BF =$ Fuerza de frenado de los paracaídas incrementada un 20% para el cálculo

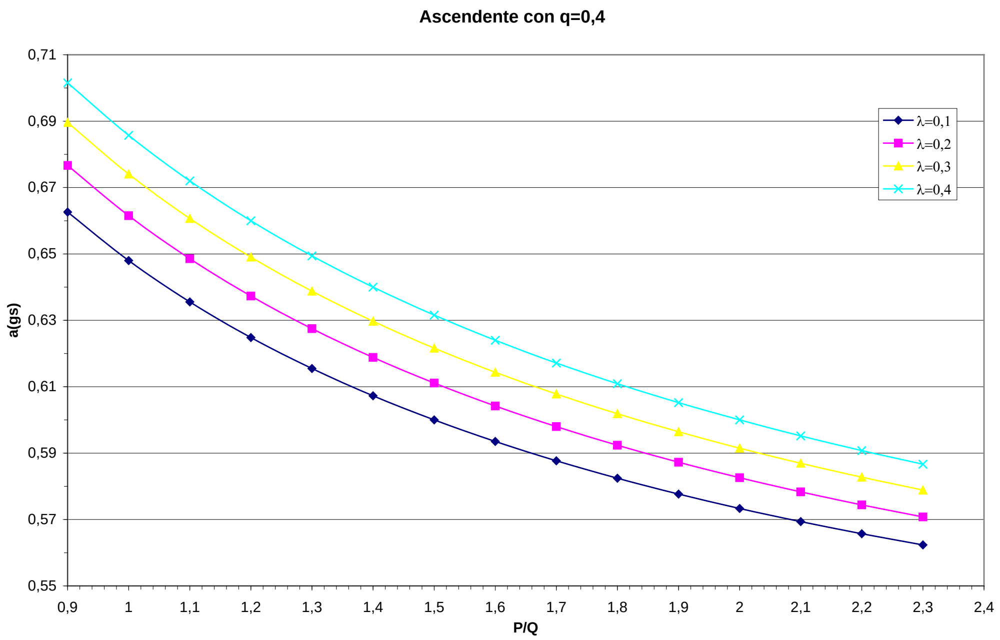
En las gráficas de deceleración siguientes, el eje de abscisas muestra la relación entre P y Q y en el eje de ordenadas se muestra la deceleración del sistema en unidades de g, es decir proporcional tantas veces a la gravedad.

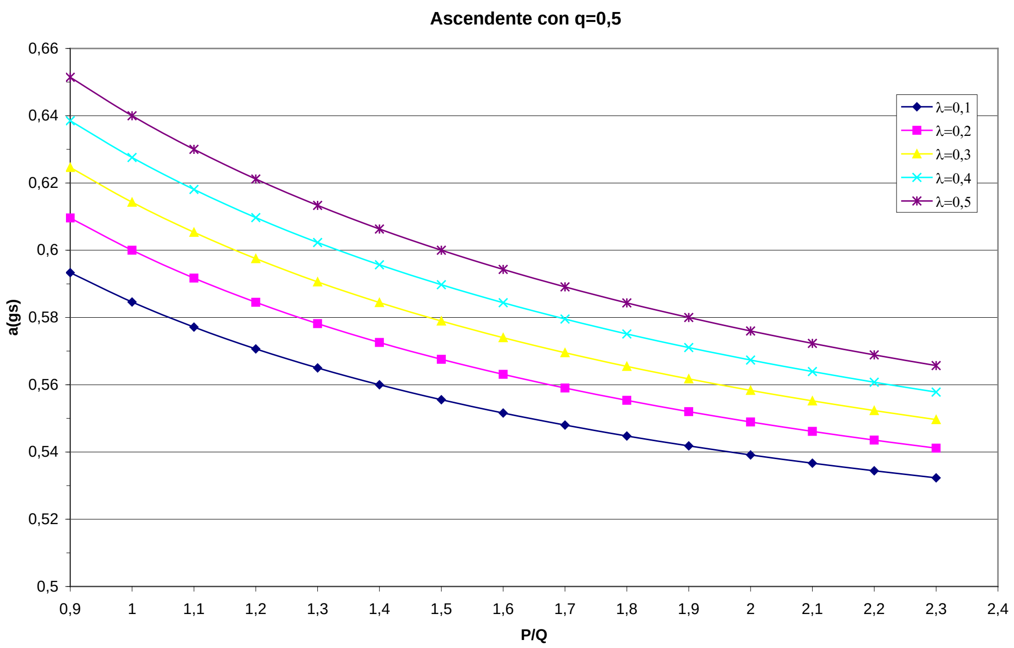
Figura 3: Gráficas de deceleración

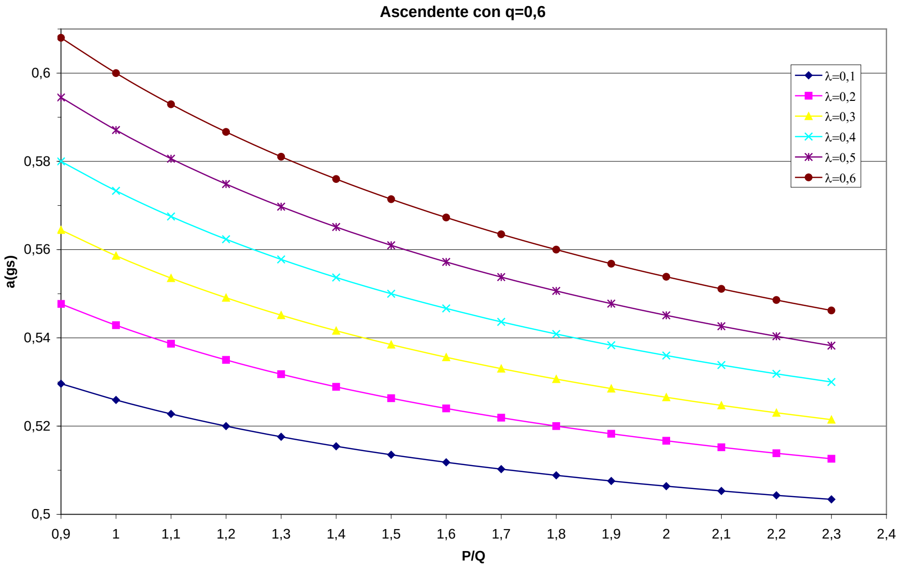





Descendente con q=0,6
a(gs)
P/Q
λ=0,6
λ=0,7
λ=0,8
λ=0,9
λ=1
1,3
1,25
1,2
1,15
1,1
1,05
1
0,95
0,9
0,85
0,9
1
1,1
1,2
1,3
1,4
1,5
1,6
1,7
1,8
1,9
2
2,1
2,2
2,3
2,4


Ascendente con q=0,4
a(gs)
P/Q
λ=0,1
λ=0,2
λ=0,3
λ=0,4
0,71
0,69
0,67
0,65
0,63
0,61
0,59
0,57
0,55
0,9
1
1,1
1,2
1,3
1,4
1,5
1,6
1,7
1,8
1,9
2
2,1
2,2
2,3
2,4


Ascendente con q=0,5
a(gs)
P/Q
λ=0,1
λ=0,2
λ=0,3
λ=0,4
λ=0,5
0,66
0,64
0,62
0,6
0,58
0,56
0,54
0,52
0,5
0,9
1
1,1
1,2
1,3
1,4
1,5
1,6
1,7
1,8
1,9
2
2,1
2,2
2,3
2,4

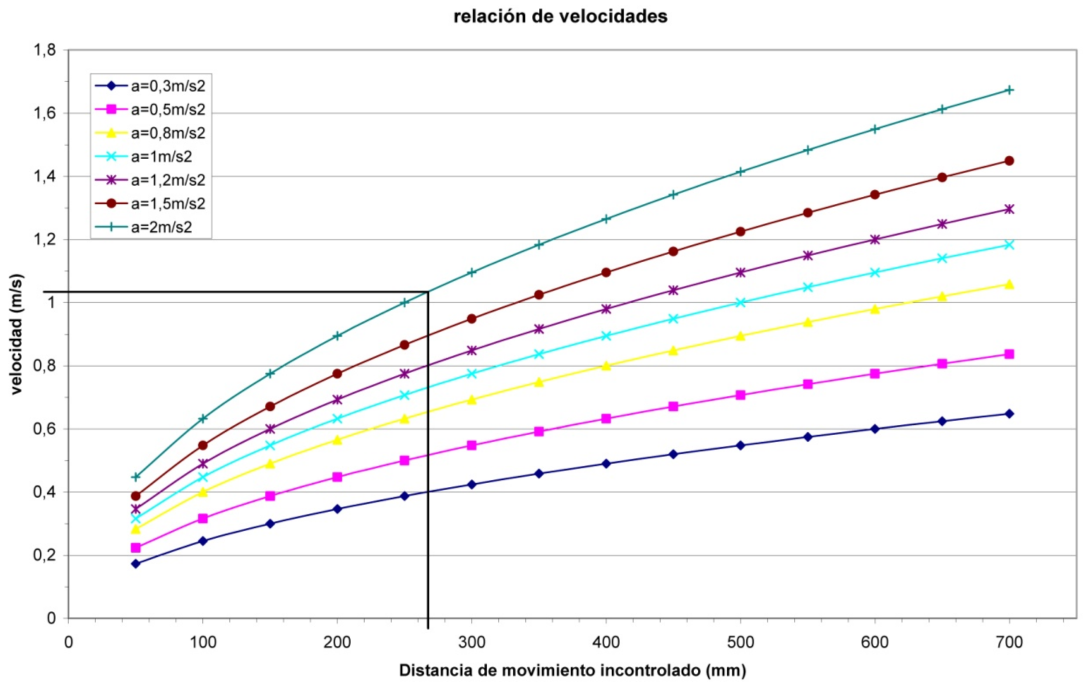


Para otros valores de coeficiente de desequilibrio del contrapeso utilizar las fórmulas [7] y [8].

EJEMPLO

Para una instalación con un P de 600 kg, un Q de 550 kg, y un desequilibrio de q=0,4 esto quiere decir con una masa en el contrapeso de 820 kg. Suponemos que el único movimiento que sufre la cabina es la distancia necesaria para que el limitador acuñe, en este caso la distancia es de 0,335 m.

Primero lo calcularemos en descendente, para eso sustituimos los valores en la fórmula [1] y obtenemos un valor de aceleración natural del sistema de 1.64 m/s^2. Con este valor y el del limitador obtenemos de la Figura 1**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** el dato de la velocidad a la que actúan los paracaídas, 1,05 m/s.



Hemos extrapolado la curva de la aceleración natural ya que en la gráfica está la curva de 1,5 m/s^2 y la de 2 m/s^2. Aunque para un valor más exacto se puede utilizar la fórmula [2].

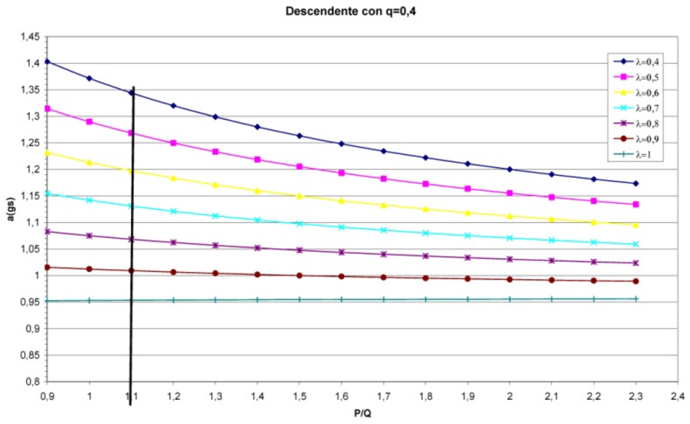
Con la formula [3] calcularíamos la deceleración producida por los paracaídas, nos daría un valor de 6,13 m/s^2. Con el valor de velocidad calculado anteriormente y esta deceleración en la Figura 2 obtendríamos la distancia de frenado de los paracaídas, en este caso entorno a 83 mm. También se puede conseguir este dato de la fórmula [4]

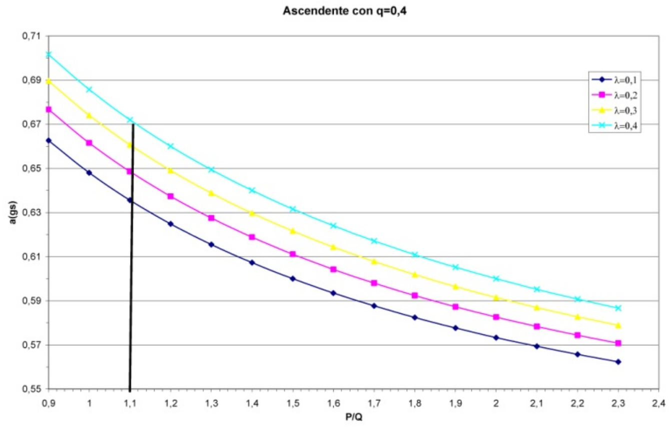
En ascendente se seguirán los mismos pasos que en descendente pero utilizando las fórmulas que aparecen para el caso de ascendente.

De la fórmula [5] obtenemos una aceleración natural de 1,51 m/s^2, con ese dato y con la distancia del limitador, igual que hemos hecho en descendente, podemos ir a la Figura 1 o calcularlo mediante la fórmula [2] y obtener la velocidad de actuación de los paracaídas, en este ejemplo 1,0 m/s.

Igual que en descendente pero con la fórmula [6] obtendríamos la deceleración de frenado de los paracaídas, para la instalación del ejemplo 3,87 m/s^2. Y ya con la Figura 2 o la fórmula [4] obtener la distancia que los paracaídas necesitan para detener la cabina, 122 mm en este caso.

Por último confirmar que las deceleraciones que se producen por efecto del frenado de los paracaídas no son peligrosas para los ocupantes del ascensor. En este ejemplo la relación P/Q es 1,1 y en las gráficas de la Figura 3 se puede comprobar.





INDEX

1. UCM

1.1. UCM SYSTEM PRELIMINARY DESIGN

According to UNE-EN 81-1:1998+A3:2009, lifts should be equipped with means for stopping uncontrolled car movement (UCM). These means should detect UCM and stop the car. This stop must occur at a maximum distance below 1 m (among other requirements).

The safety gears may be used as a braking device for stopping the uncontrolled movement.

The values for the safety gear's braking distance may be calculated beforehand, but several installation parameters must be taken into account. The more information that is known about the physical elements that make up the system, the closer the theoretical value will be to the actual value.

These are theoretical values and may only be used in the system's preliminary design. The installation's compliance with the standard requirements is pending.

1.2. CALCULATING SAFETY GEAR STOPPING DISTANCES

The input data are the P, Q and q values for the installation.

- P is the sum of the mass of the empty car and the components supported (kg)
- Q is the lift's rated load (kg)
- q is the balance factor.

The response time of the various components making up the uncontrolled movement detection system must also be known. As a first approximation, these response delays are simplified to the distance needed for the governor to act.

DESCENT:

Assuming the simplest installation, with only the car and counterweight masses having an influence, the natural acceleration of the unbalanced system can be calculated as follows:

[1]. $$a_n = \frac{-[(1-q)\cdot Q]}{2\cdot P+(1+q)\cdot Q}\cdot g$$

This natural acceleration of the system must be known to calculate the speed at which the safety gear activates. Typically, the acceleration is between 0 and 2m/s^2, although it depends on the imbalance which is worse in the downward case for a loaded car.

With the natural acceleration of the system (a_n), the speed at which the safety gear trips (v_0) can be obtained knowing the distance travelled (d_r) by the car in uncontrolled movement. This distance is the sum of the several delays in the installation, with the main one being the actuation distance of the governor, although there are others, such as the distance established for detecting the start of the movement.

This can also be obtained from the below formula:

[2]. $$v_0 = \sqrt{d_r \cdot 2 \cdot a_n}\ \cdot$$

For a Dynatech governor, this information is found in the manual.

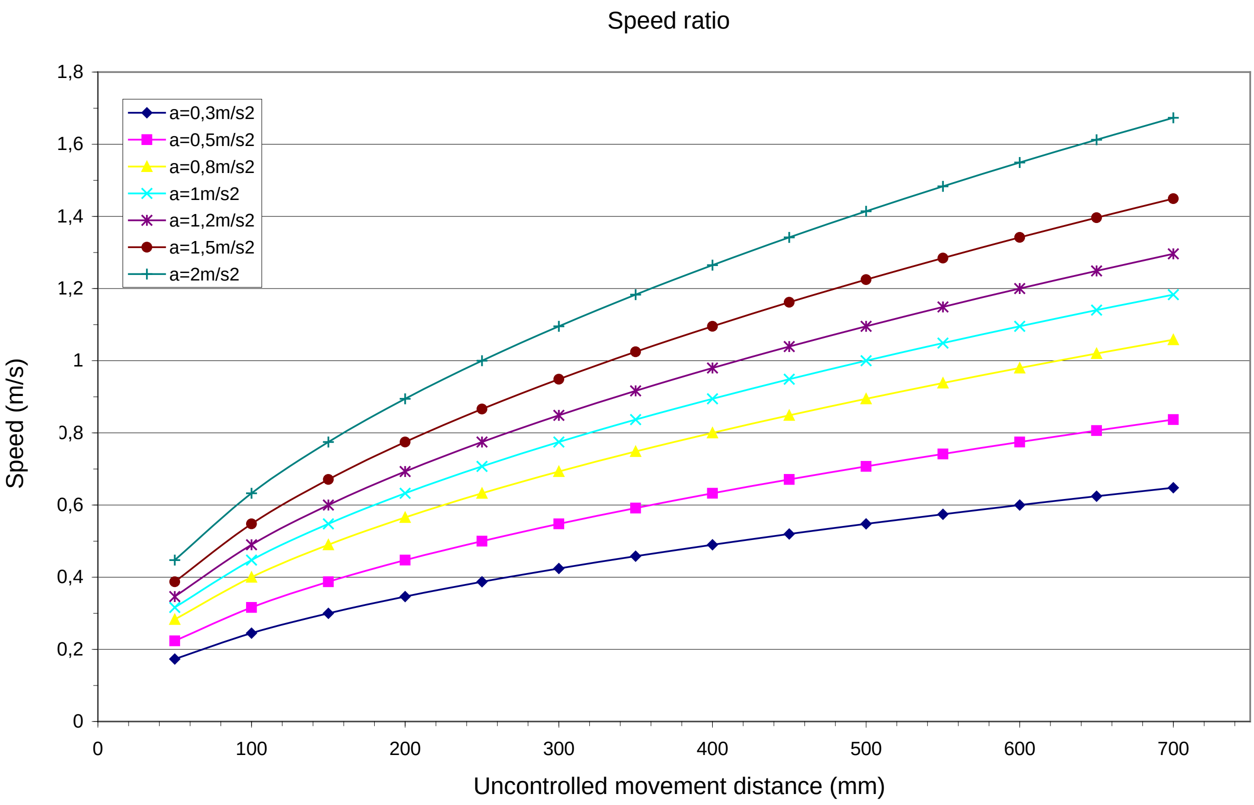


Figure 1: Speed v Uncontrolled movement distance

The system deceleration now needs to be calculated when the safety gear brakes.

$$a_f = \frac{BF^{(1)} - [(1-q)\cdot Q]\cdot g}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}$$

[3].

$^{(1)}\ BF$ = Safety gear braking force corrected for this calculation

Substituting the braking force for its relationship with (P + Q) in the installation and applying a safety factor gives the below formula. Then substituting 10ms/^{2} for g:

$$a_f = \frac{16\cdot 0{,}9\cdot (P+Q) - [(1-q)\cdot Q]\cdot g}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}$$

Then substituting 10 m/s^2 for g

$$a_f = \frac{14{,}4\cdot (P+Q) - 10\cdot [(1-q)\cdot Q]\cdot}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}$$

With the braking deceleration [3] and the safety gear actuation speed obtained from the Figure 1 or formula [2], the safety gear stopping distance can be deduced from Figure 2 or the following formula,

[4]. $$d_r = \frac{v_0^2}{2\cdot a_f}\cdot$$

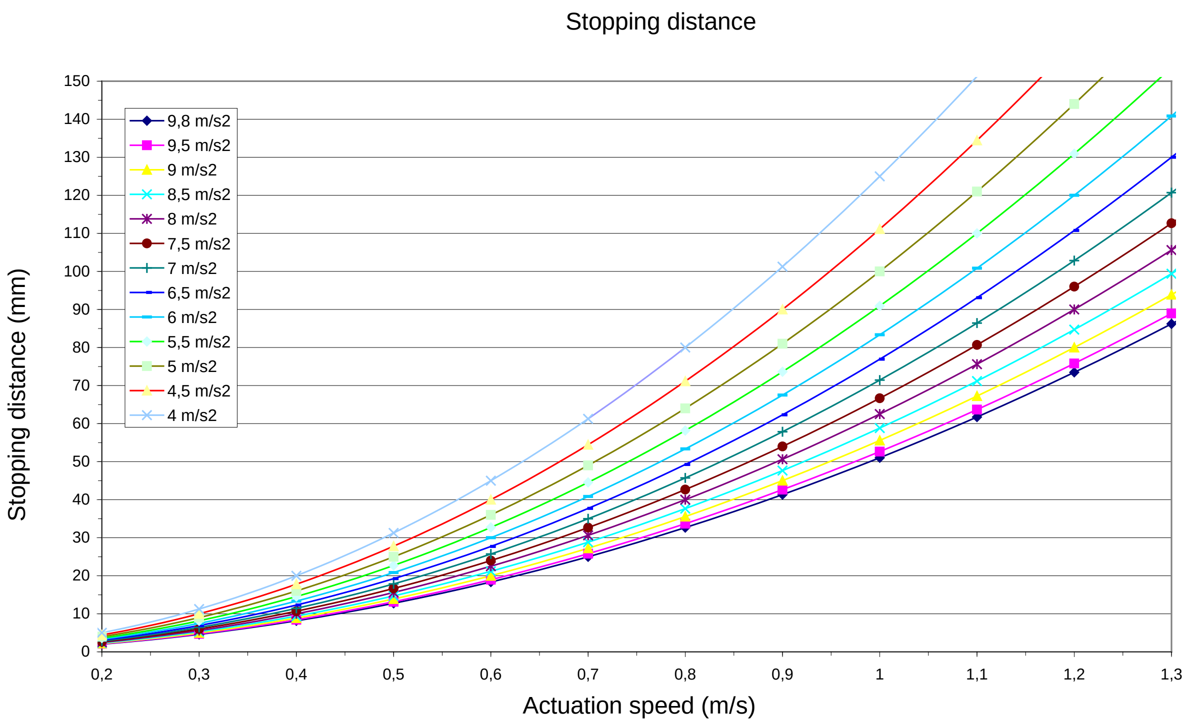


Figure 2: Safety gear: Stopping distance v Actuation speed

This is the theoretical distance for the safety gear to stop on the frame in a downward direction.

To obtain the total stopping distance for the UCM system, the governor distance must be added to other distances due to the different delay times of the UCM system components.

ASCENT

As with the descent, a calculation for the natural acceleration of the system must be done. The worst case for this situation is when the car is empty and is determined by the following equation.

[5]. $$a_n = \frac{-q \cdot Q}{2 \cdot P + q \cdot Q} \cdot g$$

Using this acceleration and the distance travelled by the car in uncontrolled movement, the safety actuation speed is obtained from Figure 1 or formula [2].

In the same way as in descent, the system deceleration is calculated by applying the safety gear braking force.

[6].

$$a_f = \frac{BF^{(1)} - q \cdot Q \cdot g}{2 \cdot P + q \cdot Q} = \frac{16 \cdot 0{,}9 \cdot (P+Q) - \cdot q \cdot Q \cdot g}{2 \cdot P + q \cdot Q}$$

$^{(1)}$ BF = Safety gear braking force corrected for this calculation

Substituting $10\,\text{ms}/^2$ for g

$$a_f = \frac{7{,}2 \cdot (P+Q) - 10 \cdot q \cdot Q}{2 \cdot P + q \cdot Q}$$

Using this acceleration and the safety actuation speed obtained from Figure 2 or formula [4], the safety gear stopping distance for the car in upward movement can be calculated.

This gives the theoretical distance for the safety gear to stop on the frame in the upward direction.

To obtain the total stopping distance for the UCM system, the governor distance must be added to other distances due to the different delay times of the UCM system components.

DECELERATION

Deceleration must be calculated over the whole load range, ie from Q=0 to Q maximum, by taking a ratio λ from q to 1 in descent and from 0 to q in ascent, then checking the deceleration is valid throughout the range.

[7]. $$a_f = \frac{BF^{(1)} - [(\lambda - q)] \cdot Q \cdot g}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} = \frac{19{,}2 \cdot (P+Q) - 10 \cdot [(\lambda - q)] \cdot Q}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} \text{ in descent}$$

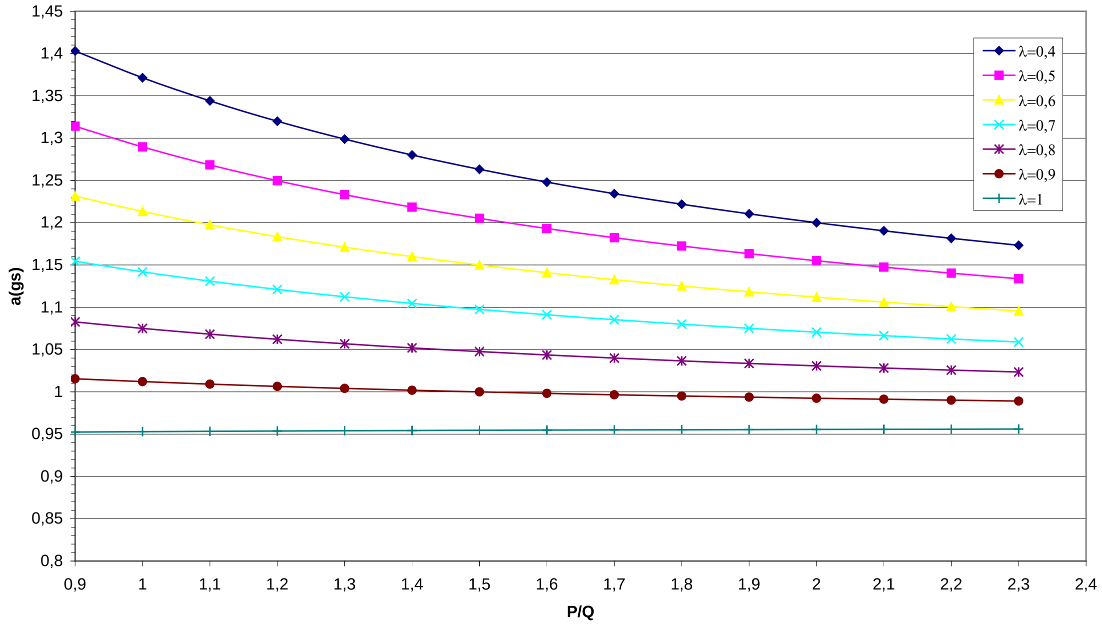
[8]. $$a_f = \frac{BF^{(1)} - [(q - \lambda)] \cdot Q \cdot g}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} = \frac{9{,}6 \cdot (P+Q) - 10 \cdot [(q - \lambda)] \cdot Q}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} \text{ in ascent}$$

(1) BF = Safety gear braking force increased by 20% for this calculation

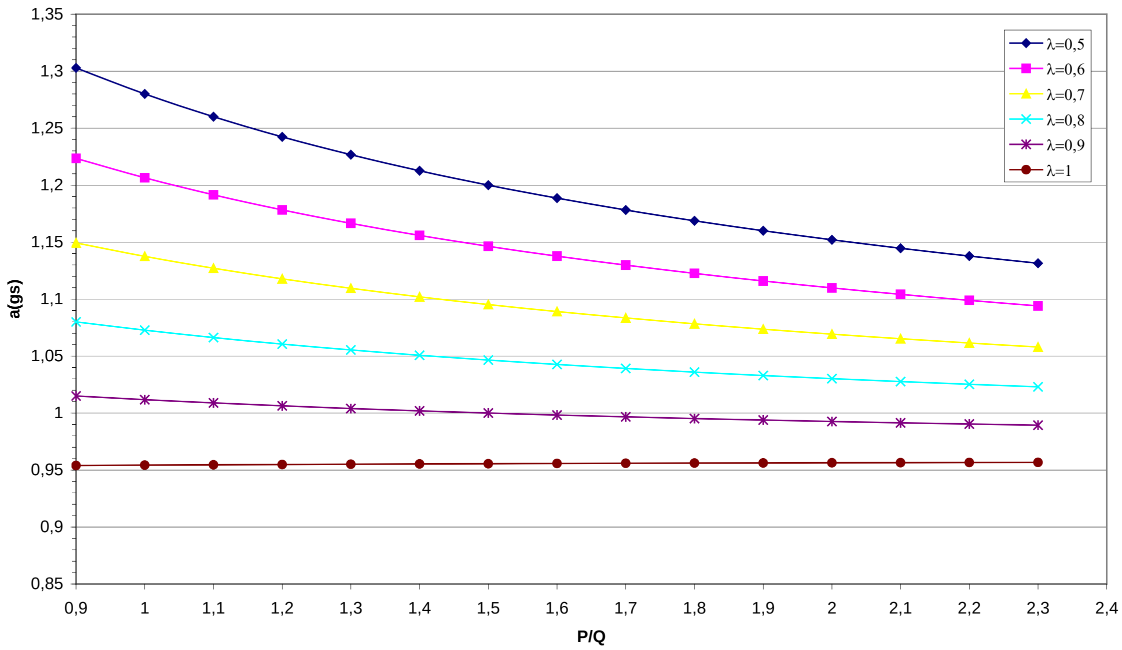
In the following deceleration graphs, the x-axis shows the ratio P/Q and the y-axis shows the system deceleration in g (force due to gravity).

Figure 3: Deceleration graphs

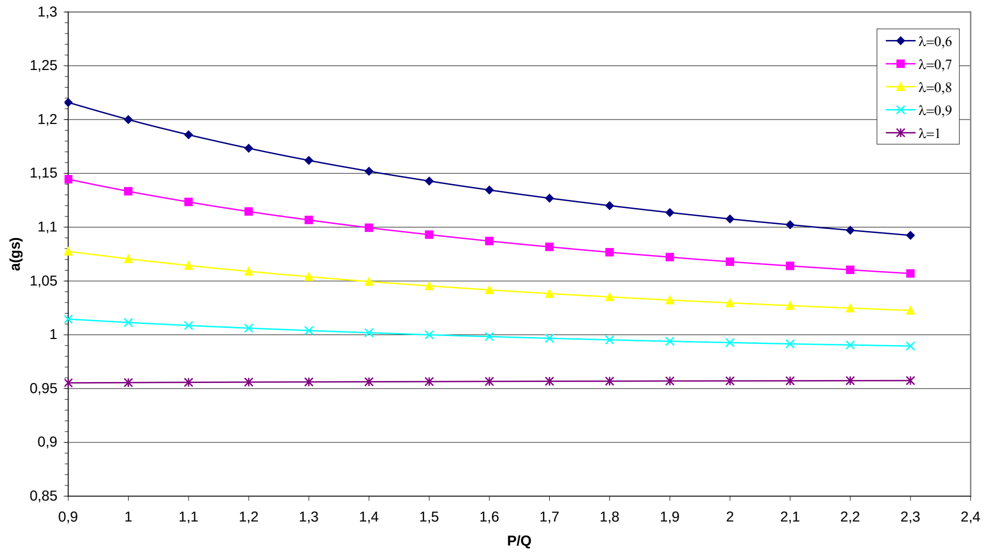
Descent with q=0,4



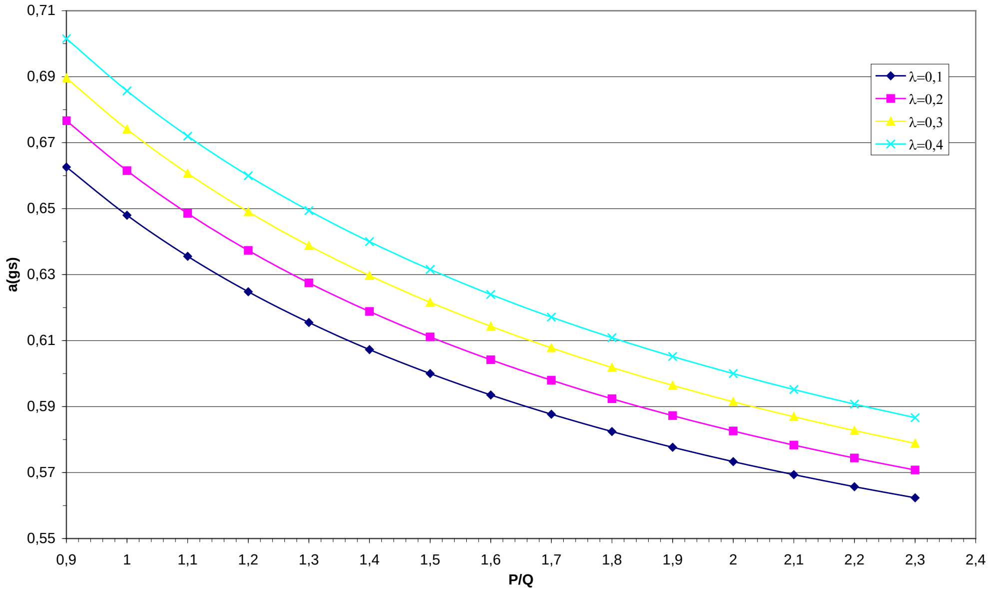
Descent with q=0,5



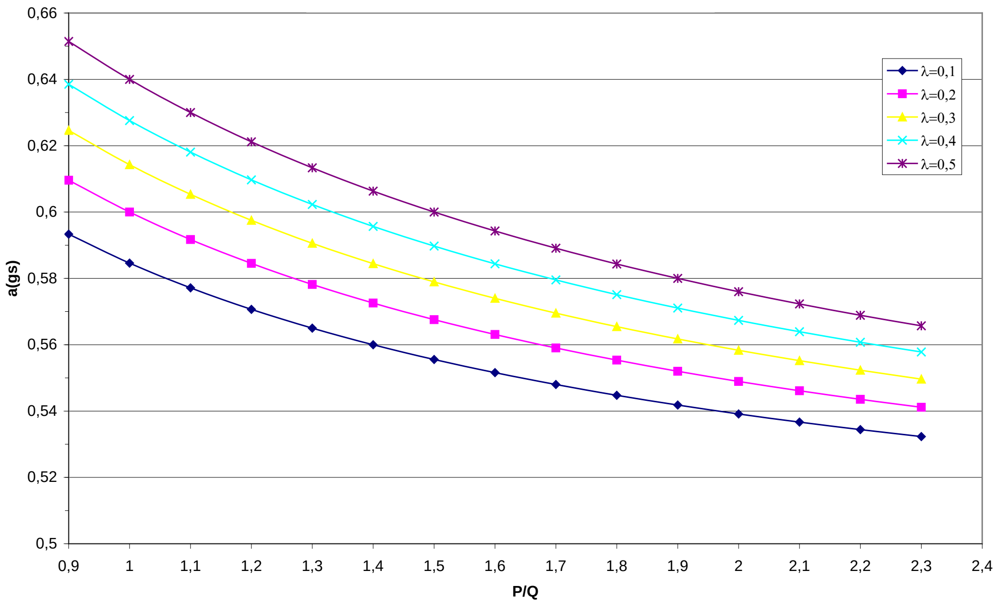
Descent with q=0,6



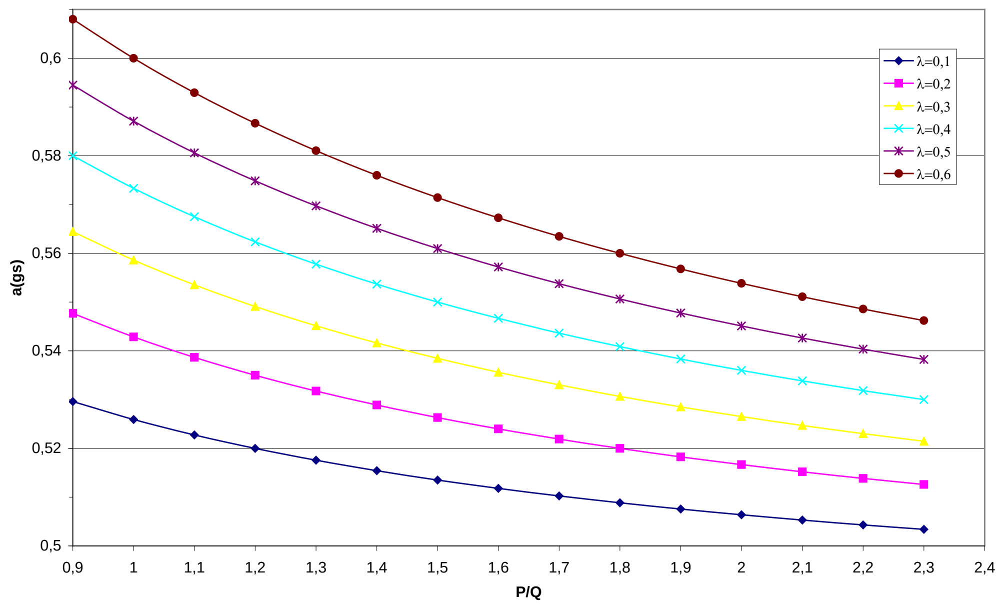
Ascent with q=0,4



Ascent with q=0,5



Ascent with q=0,6



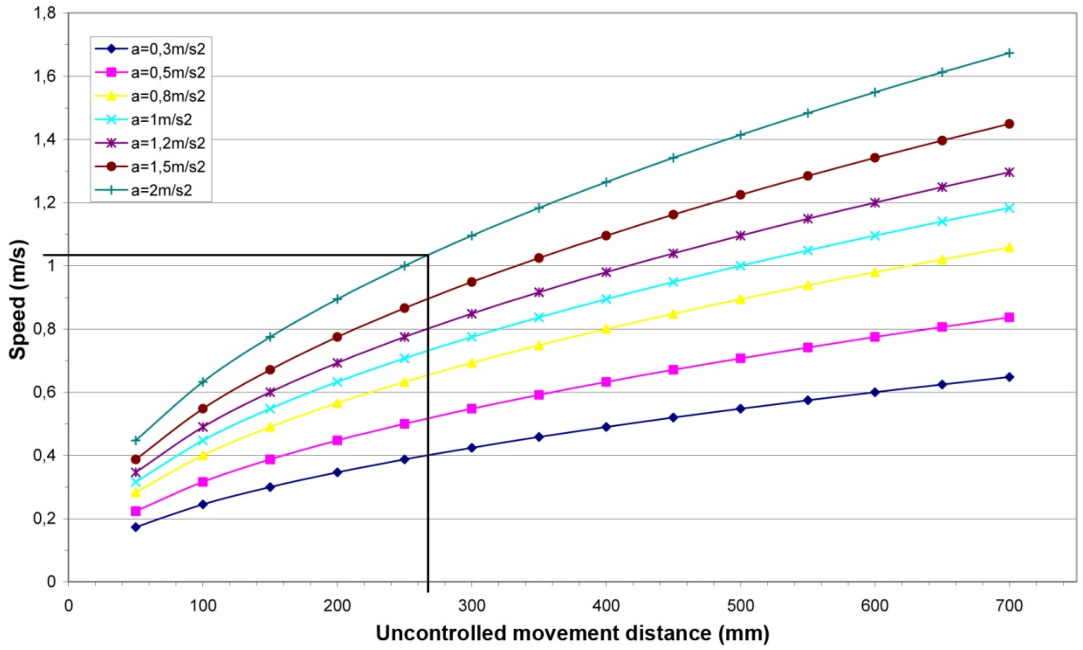
For other counterweight balance factor values, use formulas [7] and [8].

EXAMPLE

An installation with a P of 600kg, a Q of 550kg and a balance factor of q = 0.4 requires a counterweight mass of 820kg. Assuming that the only movement the car suffers is the distance required for the governor to act, which in this case is 0.335m.

Firstly, in descent, inputting the values into formula [1], a natural acceleration of 1.64 m/s^2 is obtained for the system. Using this value and the governor value, Figure 1 shows the speed at which the safety gear acts: 1.05m/s.

speed ratio



The natural acceleration curve is extrapolated, as the 1.5 m/s^2 and $2m/s^2$ curves are in the graph. However, formula [2] can be used for a more accurate value.

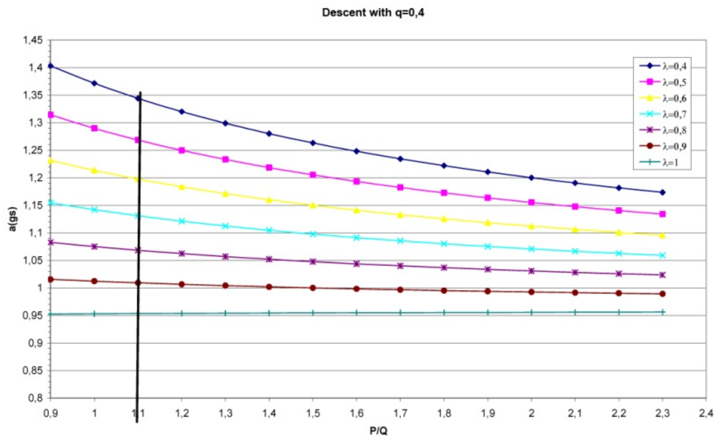
The deceleration produced by the safety gear can be calculated with formula [3], which gives a value of $6.13m/s^2$. Using the speed value calculated above and this deceleration in Figure 2, we obtain the safety gear stopping distance, in this case around 83mm. This can also be calculated from formula [4].

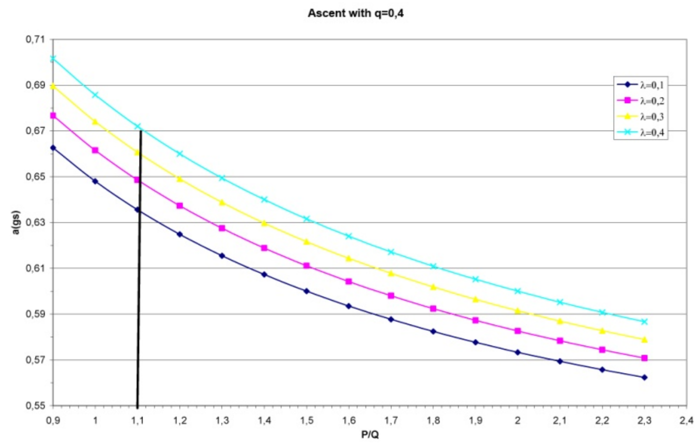
For the ascending case, the same steps as for descending are followed, but using the ascending formulas.

Formula [5] gives a natural acceleration of 1.51m/s^2. Using this Img and the governor distance, we can go to Figure 1 or calculate it from formula [2], as with the descending case. This gives the safety gear actuation speed, which in this example is 1.0m/s.

As with the descending case, but with formula [6], the safety gear braking deceleration is obtained, which is 3.87 m/s^2 in the example. Then, using Figure 2 or formula [4], the distance required for the safety gear to stop the car can be obtained, 122mm in this case.

Finally, the deceleration produced by the safety gear braking is checked not to be dangerous for the lift occupants. In this example, the ratio P/Q is 1.1 and the graphs in Figure 3 can be checked.





SOMMAIRE

1. UCM

1.1. PRECONCEPTION DU SYSTEME UCM.

Conformément à la norme UNE-EN 81-1:1998+A3:2009, les ascenseurs doivent être pourvus de moyens pour stopper le mouvement incontrôlé de la cabine (UCM). Ces moyens doivent détecter l'UCM et provoquer l'arrêt de la cabine. Cet arrêt doit s'effectuer sur une distance non supérieure à 1 m (entre autres exigences).

Dans le système de détection de mouvement incontrôlé, les parachutes peuvent être utilisés comme moyens de freinage du système.

A priori, les valeurs de distance de freinage des parachutes peuvent être calculées mais il faut connaître différents paramètres de l'installation. Plus nous connaissons les différents éléments physiques qui composent le système, plus la valeur théorique sera proche de la valeur réelle.

Ces valeurs sont théoriques et elles servent seulement comme préconception du système. Il resta à certifier que les conditions de la norme soient remplies dans l'installation.

1.2. CALCUL DE DISTANCES DE FREINAGE DES PARACHUTES

Les données d'entrée sont le P, Q et q de l'installation.

- P en tant que somme de la masse de la cabine vide et les composants supportés (kg)
- Q est la charge nominale de l'ascenseur (kg)
- q est le coefficient d'équilibre.

Il faut également connaître quel va être le temps de réponse des différents systèmes qui composent le système de détection de mouvement incontrôlé. Pour une première approche, on va simplifier ces retards de réponse à la distance que nécessite le limiteur pour se déclencher

DESCENDANT :

Nous pouvons supposer que pour une installation simplifiée au maximum où influent seulement les masses de la cabine et la masse du contrepoids, l'accélération naturelle du système déséquilibré peut être calculée ainsi :

[1] $$a_n = \frac{-\left[(1-q)\cdot Q\right]}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}\cdot g$$

Il faut connaître l'accélération naturelle du système afin de pouvoir calculer la vitesse à laquelle se déclenchent les parachutes. Il est normal que l'accélération aille de 0 à 2 m/s^2, bien que cela dépende du déséquilibre, dans le cas de descente la situation la plus défavorable est pour une cabine chargée.

Avec l'accélération naturelle du système (a_n) nous pouvons obtenir dans la Figure 1 la vitesse à laquelle se déclencheraient les parachutes (v_0), pour ce faire, nous avons besoin de connaître quelle a été la distance parcourue (d_r) par le mouvement incontrôlé de la cabine. Cette distance est la somme de plusieurs retards de l'installation bien que le principal est dû à la distance dont a besoin le limiteur de vitesse pour agir quoiqu'il existe également d'autres qu'il faut considérer comme la distance établie pour la détection du début du mouvement.

On peut également obtenir cette donnée avec la formule :

[2] $$v_0 = \sqrt{d_r \cdot 2 \cdot a_n}\ \cdot$$

Dans le cas où on utilise un limiteur Dynatech, consulter votre manuel pour connaître cette donnée.

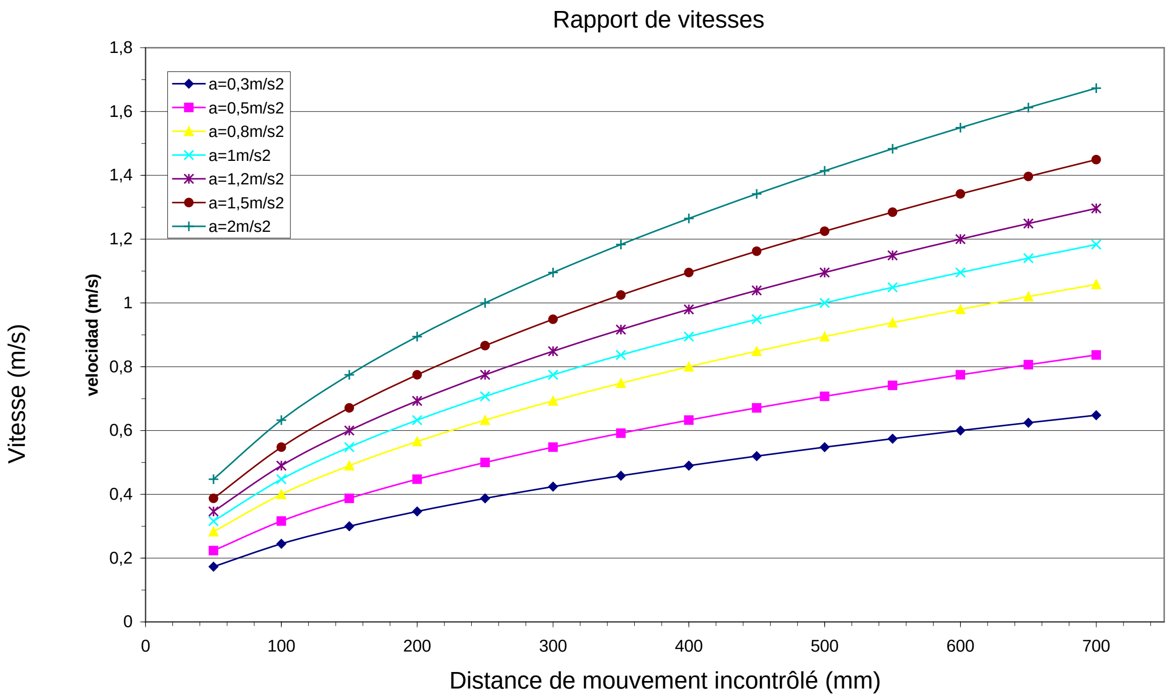


Figure 1: Graphique de rapport de vitesses

Maintenant il faut calculer la décélération du système quand freinent les parachutes.

$$a_f = \frac{BF^{(1)} - [(1-q)\cdot Q]\cdot g}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}$$

[3]

$^{(1)}$ BF = Force de freinage des parachutes, corrigée pour ce calcul

Si nous remplaçons la force de freinage par son rapport avec le (P+Q) de l'installation et que nous appliquons un coefficient de sécurité, nous avons alors :

$$a_f = \frac{16\cdot 0{,}9\cdot (P+Q) - [(1-q)\cdot Q]\cdot g}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}$$

Si nous remplaçons g par 10 m/s²

$$a_f = \frac{14{,}4\cdot (P+Q) - 10\cdot [(1-q)\cdot Q]\cdot}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}$$

Avec la décélération de freinage [3] et la vitesse de déclenchement des parachutes obtenue suivant la Figure 1 ou la formule [2], on peut connaître la distance de freinage des parachutes en faisant appel à la Figure 2 ou à la formule suivante:

[4] $$d_r = \frac{v_0^2}{2\cdot a_f}\cdot$$

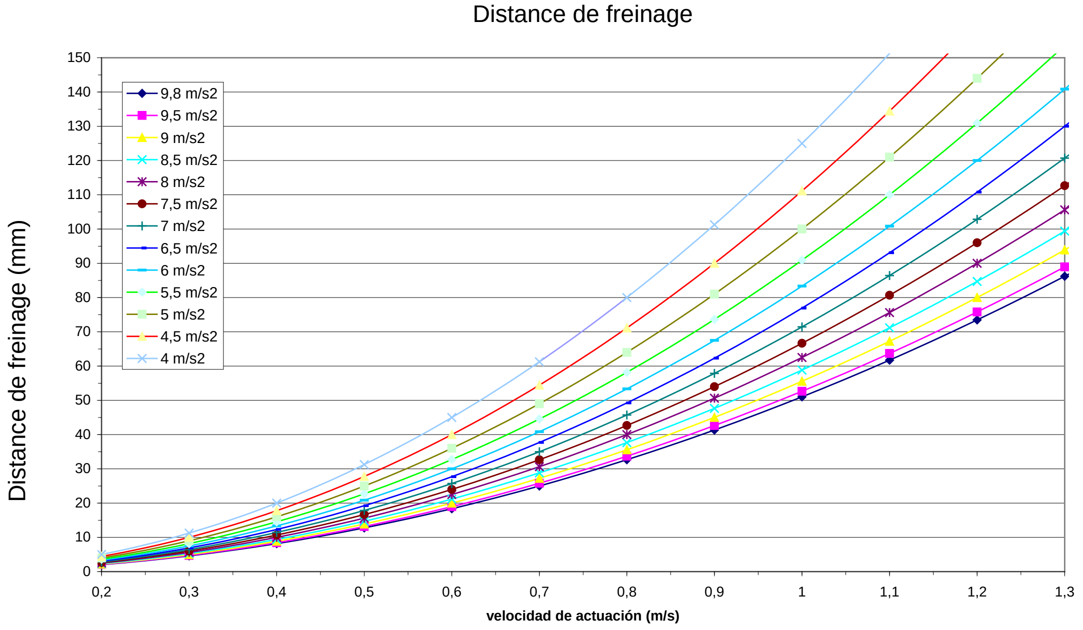


Figure 2: Graphique pour obtenir la distance de freinage des parachutes

Cette distance est celle théorique où les parachutes stoppent le châssis dans la descente.

Pour obtenir la distance totale du système UCM, il faut lui ajouter tant la distance du limiteur que d'autres distances générées par les temps de retard réels que produisent les différents éléments qui composent le système UCM.

ASCENDANT

C'est pareil qu'en descendant, il faut effectuer le calcul de l'accélération naturelle du système, dans ce cas, la situation la plus défavorable est quand la cabine est vide et qu'elle est déterminée par l'équation suivante:

[5] $$a_n = \frac{-q \cdot Q}{2 \cdot P + q \cdot Q} \cdot g$$

Avec cette accélération et la distance parcourue par la cabine dans le mouvement incontrôlé, on obtient de la Figure 1 ou de la formule [2] la vitesse à laquelle se déclenchent les parachutes.

De la même manière qu'en descendant, on recalcule les décélérations du système en appliquant la force de freinage des parachutes.

$$a_f = \frac{BF^{(1)} - q \cdot Q \cdot g}{2 \cdot P + q \cdot Q} = \frac{16 \cdot 0{,}9 \cdot (P+Q) - \cdot q \cdot Q \cdot g}{2 \cdot P + q \cdot Q}$$

[6] (1) BF = Force de freinage des parachutes, corrigée pour ce calcul

Si nous remplaçons g par 10 m/s²

$$a_f = \frac{7{,}2 \cdot (P+Q) - 10 \cdot q \cdot Q}{2 \cdot P + q \cdot Q}$$

Avec cette accélération et la vitesse de déclenchement, on obtient de la Figure 2 ou de la formule [4], la distance de freinage des parachutes en mouvement ascendant de la cabine.

De cette manière on obtient la distance théorique où les parachutes stoppent le châssis en montée.

Pour obtenir la distance totale du système UCM, il faut lui ajouter tant la distance du limiteur que d'autres distances générées par les temps de retard réels que produisent les différents éléments qui composent le système UCM.

DÉCÉLÉRATIONS

Il faut faire le calcul de décélérations sur toute la plage de charge, c'est-à-dire, de Q=0 à Q maximum. Pour ce faire, nous prenons une raison λ de q à 1 en descendant et de 0 à q en ascendant et nous vérifions que les décélérations sont valides sur toute la plage.

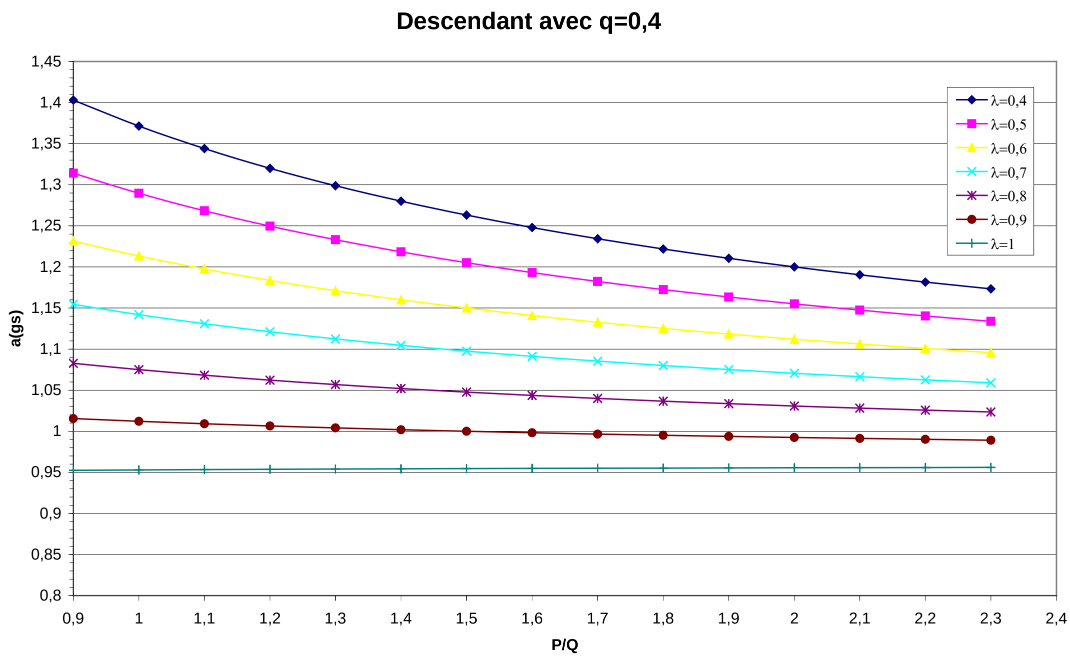
[7] $$a_f = \frac{BF^{(1)} - [(\lambda - q)] \cdot Q \cdot g}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} = \frac{19{,}2 \cdot (P+Q) - 10 \cdot [(\lambda - q)] \cdot Q}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} \text{ En descendant}$$

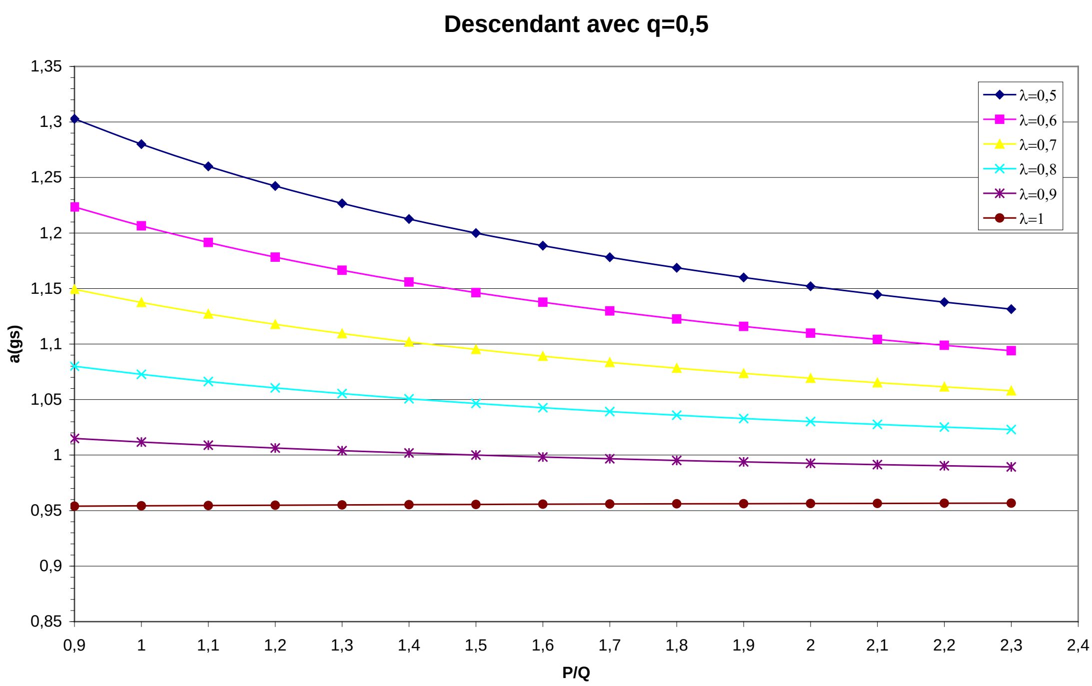
[8] $$a_f = \frac{BF^{(1)} - [(q - \lambda)] \cdot Q \cdot g}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} = \frac{9{,}6 \cdot (P+Q) - 10 \cdot [(q - \lambda)] \cdot Q}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} \text{ en ascendant}$$

(1) BF = Force de freinage des parachutes augmentée de 20% pour le calcul

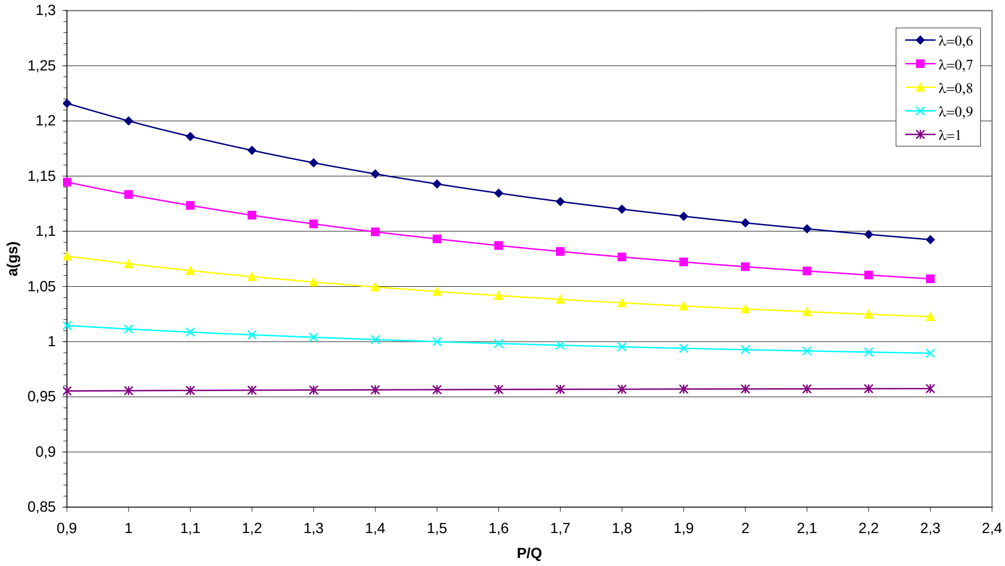
Dans les graphiques de décélérations suivants, l'axe des abscisses représente le rapport entre P et Q et sur l'axe des ordonnées est représentée la décélération du système en unités de g, c'est-à-dire proportionnelles autant de fois à la gravité.

Figure 3: Graphiques de décélération

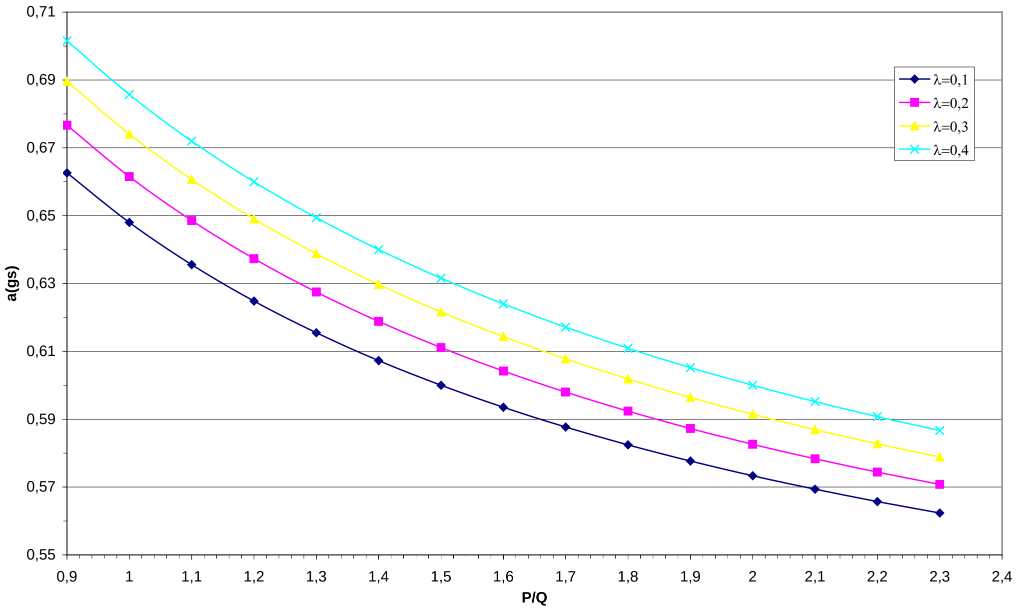




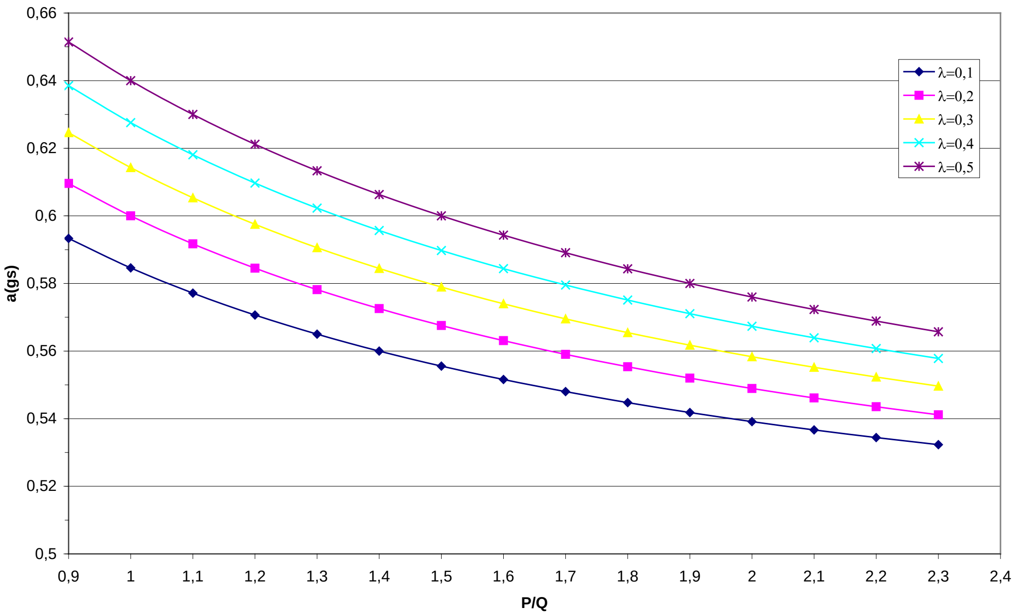
Descendant avec q=0,6

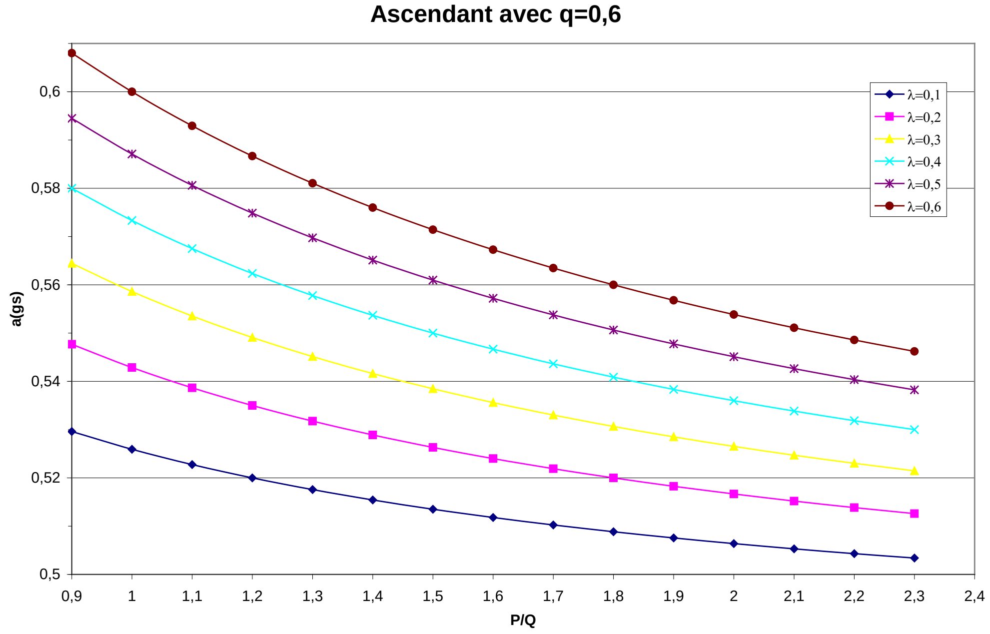


Ascendant avec q=0,4



Ascendant avec q=0,5



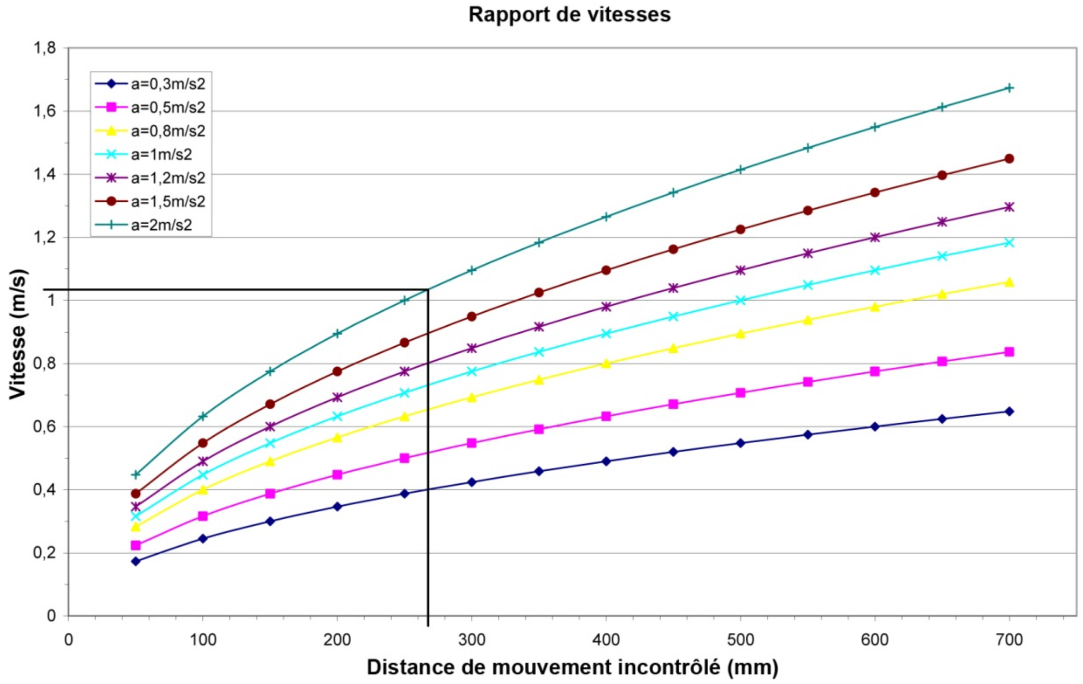


Pour d'autres valeurs de coefficient de déséquilibre du contrepoids, utiliser les formules [7] et [8].

EXEMPLE

Pour une installation avec un P de 600 kg, un Q de 550 kg et un déséquilibre de q=0,4, cela veut dire avec une masse dans le contrepoids de 820 kg. Nous supposons que le seul mouvement que subit la cabine est la distance nécessaire pour que le limiteur se bloque, dans ce cas la distance est de 0,335 m.

D'abord, nous le calculerons en descendant, pour cela nous remplaçons les valeurs dans la formule [1] et nous obtenons une valeur d'accélération naturelle du système de 1.64 m/s^2. Avec cette valeur et celle du limiteur, nous obtenons de la Figure 1 la donnée de la vitesse à laquelle se déclenchent les parachutes, 1,05 m/s.



Nous avons extrapolé la courbe d'accélération naturelle puisque dans le graphique il y a la courbe de 1,5 m/s^2 et celle de 2 m/s^2. Bien que pour une valeur plus exacte, on peut utiliser la formule [2].

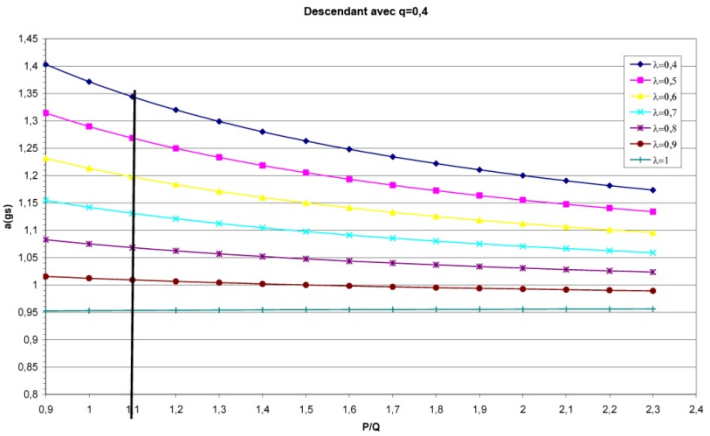
Avec la formule [3], nous pourrions calculer la décélération produite par les parachutes, cela nous donnerait une valeur de 6,13 m/s^2. Avec la valeur de vitesse calculée précédemment et cette décélération dans la Figure 2, nous obtiendrions la distance de freinage des parachutes, dans ce cas autour de 83 mm. On peut également obtenir cette donnée de la formule [4].

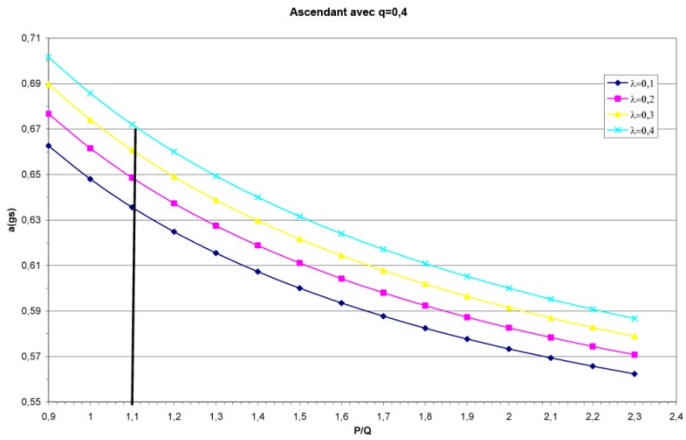
En ascendant, on suivra les mêmes étapes qu’en descendant mais en utilisant les formules qui apparaissent dans le cas d’ascendant.

De la formule [5] nous obtenons une accélération naturelle de 1,51 m/s^2, avec cette donnée et avec la distance du limiteur, comme nous l’avons déjà fait en descendant, nous pouvons aller à la Figure 1 ou le calculer à l’aide de la formule [2] et obtenir la vitesse de déclenchement des parachutes, dans cet exemple 1,0 m/s.

Comme en descendant mais avec la formule [6], nous obtiendrions la décélération de freinage des parachutes, pour l’installation de l’exemple 3,87 m/s^2. Et avec la Figure 2 ou la formule [4], obtenir la distance qu’ont besoin les parachutes pour stopper la cabine, 122 mm dans ce cas.

Enfin, confirmer que les décélérations qui se produisent par l’effet du freinage des parachutes ne sont pas dangereuses pour les occupants de l’ascenseur. Dans cet exemple, le rapport P/Q est 1,1 et on peut le vérifier dans les graphiques de la Figure 3.





INHALT

1. UCM

1.1. VORENTWURF DES UCM-SYSTEMS

Laut der Norm UNE-EN 81-1:1998+A3:2009 müssen Aufzüge mit Mitteln ausgestattet sein, die eine unkontrollierte Bewegung der Kabine (UCM) anhalten. Diese Mittel müssen die UCM detektieren und ein Anhalten der Kabine hervorrufen. Dieser Halt muss (neben anderen Anforderungen) nach einem Weg von maximal 1 m erfolgen.

Innerhalb des Detektionssystems von unkontrollierten Bewegungen können Fangvorrichtungen als Bremsmittel des Systems verwendet werden.

Die Bremswege der Fangvorrichtungen können im Vorfeld berechnet werden; allerdings müssen dazu mehrere Parameter der Anlage bekannt sein. Je mehr Kenntnisse man über die verschiedenen physischen Elemente, die das System ausmachen, hat, desto mehr nähert sich der Sollwert an den Istwert an.

Bei diesen Werten handelt es sich um Sollwerte, die nur zum Vorentwurf des Systems herangezogen werden können. Bleibt zu bescheinigen, dass beim Einbau den Anforderungen der Norm Genüge getan wird.

1.2. BERECHNUNG DER BREMSWEGE DER FANGVORRICHTUNGEN

Die Ausgangswerte sind P, Q und q der Anlage.

- P ist die Summe der Masse der leeren Kabine und der getragenen Bauteile (kg).
- Q ist die Nennlast des Aufzugs (kg).
- q ist der Auswuchtungskoeffizient.

Außerdem muss die Reaktionszeit der verschiedenen Systeme, die zur Entdeckung unkontrollierter Bewegungen dienen, bekannt sein. Für eine erste Annäherung werden diese Reaktionsverzögerungen auf den Weg vereinfacht, den der Geschwindigkeitsbegrenzer zum Auslösen benötigt.

ABWÄRTS:

Wir nehmen an, dass bei einer maximal vereinfachten Anlage, bei der nur die Kabinenmassen und die Gegengewichtsmasse ausschlaggebend sind, die natürliche Beschleunigung des unausgeglichenen Systems wie folgt berechnet werden kann:

[1] $$a_n = \frac{-[(1-q)\cdot Q]}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}\cdot g$$

Diese natürliche Beschleunigung des Systems muss bekannt sein, um die Geschwindigkeit berechnen zu können, bei der die Fangvorrichtungen einsetzen. Normalerweise geht die Geschwindigkeit von 0 bis 2 m/s^2, was aber vom Ungleichgewicht abhängt. Bei der Abwärtsfahrt stellt die belastete Kabine die ungünstigste Situation dar.

Mit der natürlichen Systembeschleunigung (a_n) kann man in Abbildung 1 die Geschwindigkeit erhalten, bei der die Fangvorrichtungen einfallen würden (v_0). Dazu ist es notwendig, den von der unkontrollierten Kabinenbewegung zurückgelegten Weg (d_r) zu kennen. Dieser Weg ist die Summe mehrerer Anlagenverzögerungen, wobei die Hauptverzögerung dem Weg entspricht, den der Geschwindigkeitsbegrenzer zur Auslösung braucht. Man muss aber auch andere, wie z. B. den für die Entdeckung des Bewegungsbeginns festgelegten Weg, kennen.

Auch diesen Wert kann man mit folgender Formel erhalten:

[2] $$v_0 = \sqrt{d_r \cdot 2 \cdot a_n}\,\cdot$$

Im Fall eines Dynatech-Geschwindigkeitsbegrenzers kann man diesen Wert im Handbuch finden.

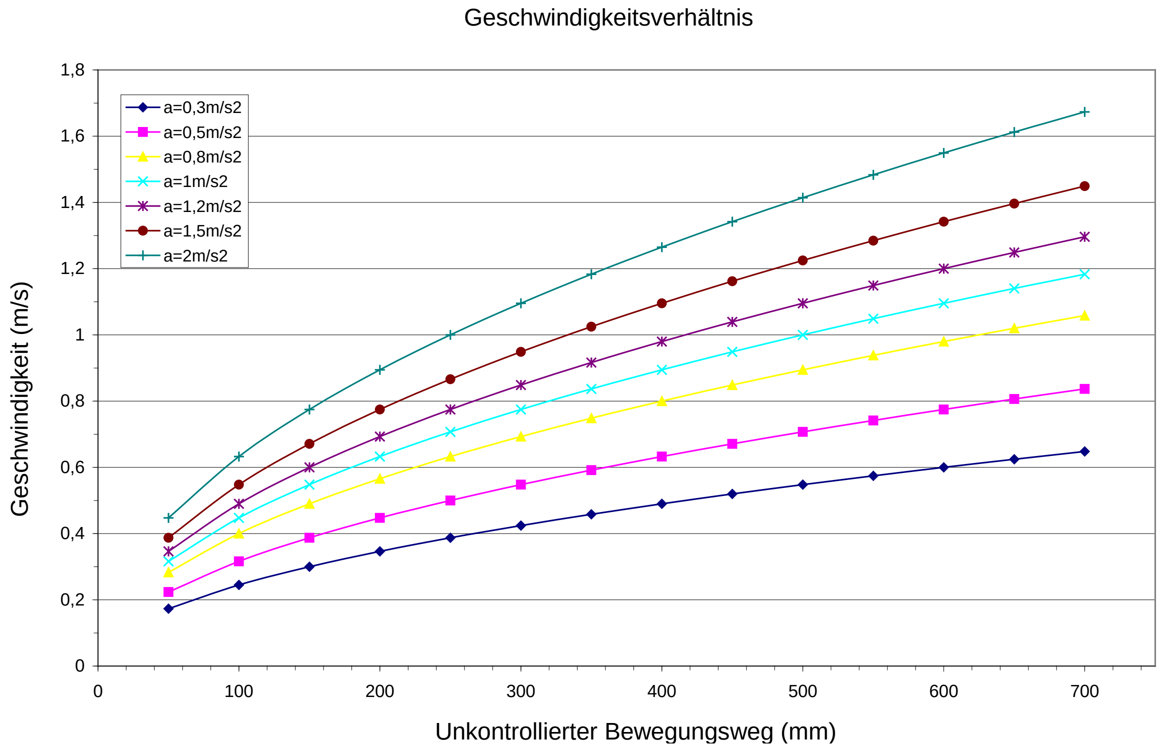


Abbildung 1: Grafik der Geschwindigkeitsbeziehung

Anschließend muss die Abbremsung des Systems beim Bremsen der Fangvorrichtungen berechnet werden.

$$a_f = \frac{BF^{(1)} - [(1-q)\cdot Q]\cdot g}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}$$

[3]

$^{(1)}BF$ = für diese Berechnung korrigierte Bremskraft der Fangvorrichtungen

Ersetzt man die Bremskraft durch deren Beziehung zu (P+Q) der Anlage und wendet einen Sicherheitskoeffizienten an, erhält man

$$a_f = \frac{16\cdot 0{,}9\cdot (P+Q) - [(1-q)\cdot Q]\cdot g}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}$$

Ersetzt man g durch $10\ \mathrm{m/s^2}$

$$a_f = \frac{14{,}4\cdot (P+Q) - 10\cdot [(1-q)\cdot Q]\cdot}{2\cdot P + (1+q)\cdot Q}$$

Mit der Bremsverzögerung [3] und der Auslösegeschwindigkeit der Fangvorrichtung, die man laut Abbildung 1 oder Formel [2] erhalten hat, kann man den Bremsweg der Fangvorrichtung kennen, indem man Abbildung 2 oder folgende Formel zur Hilfe nimmt:

[4] $$d_r = \frac{v_0^2}{2\cdot a_f}\cdot$$

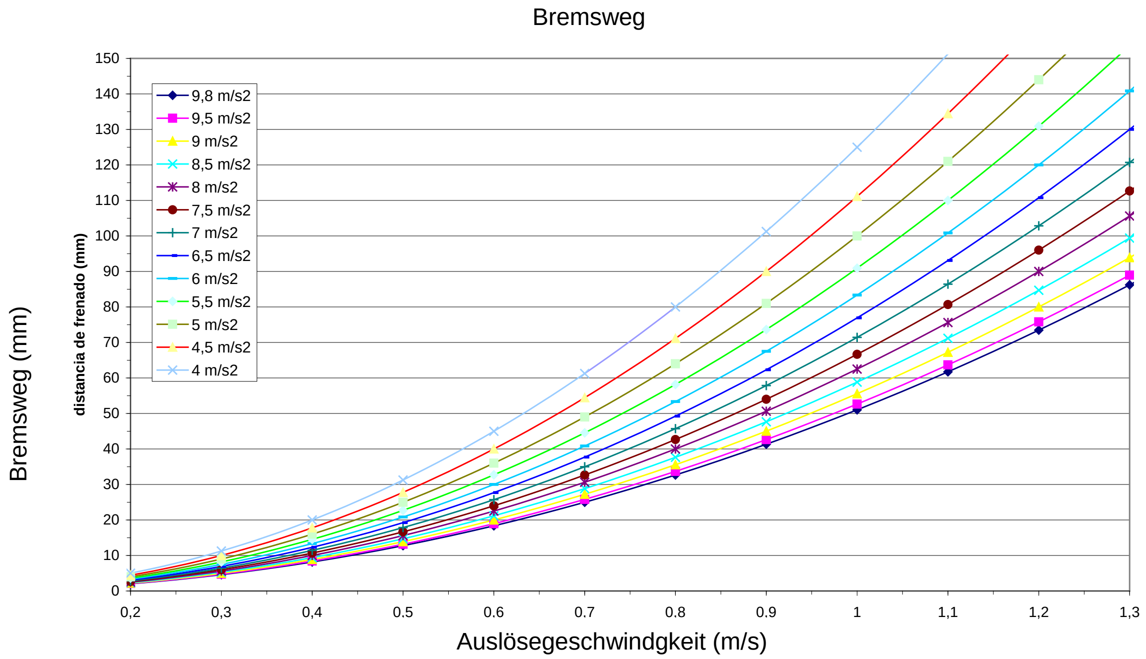


Abbildung 2: Grafik zur Ermittlung des Bremswegs der Fangvorrichtungen

Bei diesem Sollweg halten die Fangvorrichtungen den Rahmen bei der Abwärtsfahrt an.

Um den gesamten Bremsweg des UCM-Systems zu erhalten, muss man den Weg des Geschwindigkeitsbegrenzers und die weiteren Wege, die durch die von den einzelnen Elementen des UCM-Systems erzeugten tatsächlichen Verzögerungszeiten entstehen, zusammenrechnen.

AUFWÄRTS

Wie bei der Abwärtsrichtung muss die natürliche Beschleunigung des Systems berechnet werden. In diesem Fall stellt die leere Kabine die ungünstigste Situation dar und ist durch folgende Gleichung bestimmt:

[5] $$a_n = \frac{-q \cdot Q}{2 \cdot P + q \cdot Q} \cdot g$$

Mit dieser Beschleunigung und dem von der Kabine bei der unkontrollierten Bewegung zurückgelegten Weg erhält man aus Abbildung 1 oder Formel [2] die Geschwindigkeit, bei der die Fangvorrichtungen auslösen.

Wie bei der Abwärtsfahrt werden die Systemverzögerungen durch Anwendung der Bremskraft der Fangvorrichtungen berechnet:

[6]

$$a_f = \frac{BF^{(1)} - q \cdot Q \cdot g}{2 \cdot P + q \cdot Q} = \frac{16 \cdot 0{,}9 \cdot (P+Q) - \cdot q \cdot Q \cdot g}{2 \cdot P + q \cdot Q}$$

$^{(1)}$ BF = für diese Berechnung korrigierte Bremskraft der Fangvorrichtungen

Ersetzt man g durch $10\ \mathrm{m/s^2}$

$$a_f = \frac{7{,}2 \cdot (P+Q) - 10 \cdot q \cdot Q}{2 \cdot P + q \cdot Q}$$

Mit dieser Beschleunigung und Auslösungsgeschwindigkeit erhält man aus Abbildung 2 oder der Formel [4] den Bremsweg der Fangvorrichtungen bei der Aufwärtsbewegung der Kabine.

Auf diese Art erhält man den Sollweg, bei dem die Fangvorrichtungen den Rahmen bei der Aufwärtsfahrt anhalten.

Um die gesamte Bremsdistanz des UCM-Systems zu erhalten, muss man den Weg Distanz des Geschwindigkeitsbegrenzers und die weiteren Wege, die durch die von den einzelnen Elementen des UCM-Systems erzeugten tatsächlichen Verzögerungszeiten entstehen, zusammenrechnen.

VERZÖGERUNGEN

Die Berechnung der Verzögerungen muss für den gesamten Lastbereich, d. h. von Q=0 bis Q max. erfolgen. Dazu nimmt ein Verhältnis λ von q bis 1 bei Abwärtsfahrt und von 0 bis q in Aufwärtsfahrt und prüft, ob die Verzögerungen auf dem gesamten Bereich gültig sind.

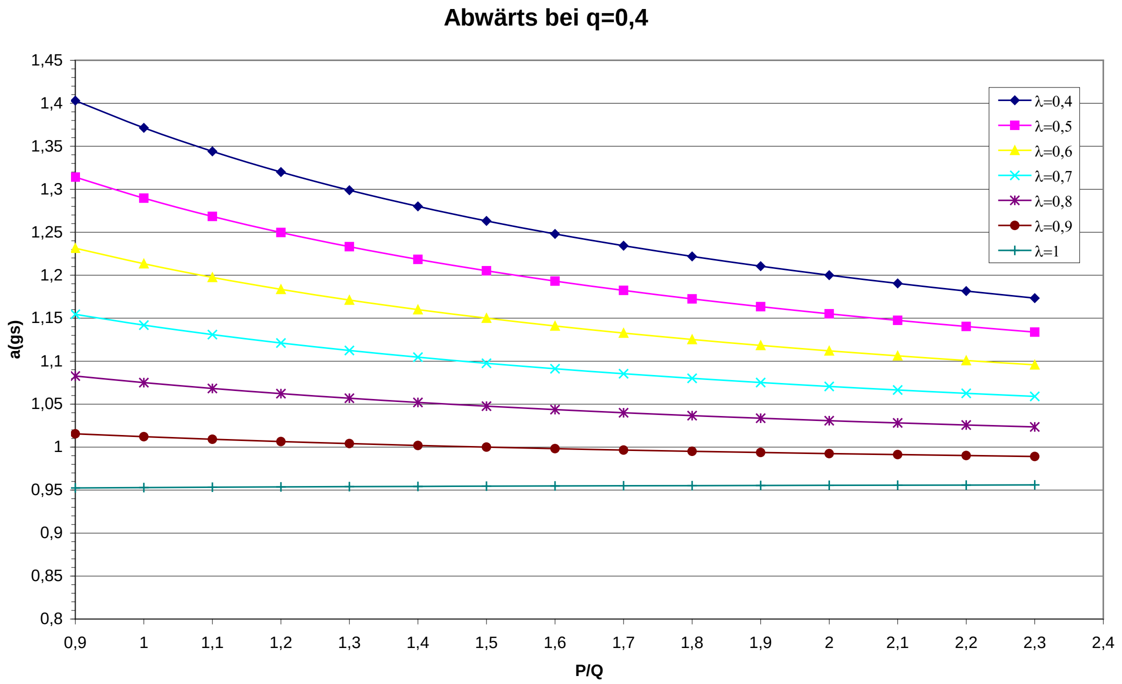
[7] $$a_f = \frac{BF^{(1)} - [(\lambda - q)] \cdot Q \cdot g}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} = \frac{19{,}2 \cdot (P + Q) - 10 \cdot [(\lambda - q)] \cdot Q}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} \text{abwärts}$$

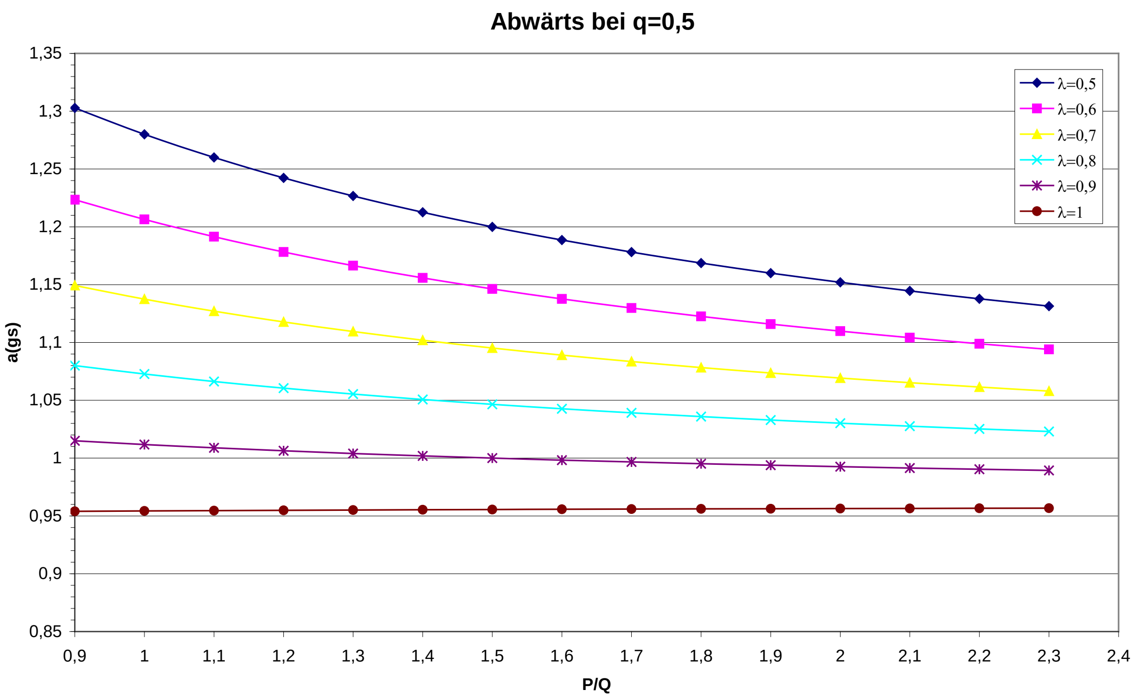
[8] $$a_f = \frac{BF^{(1)} - [(q - \lambda)] \cdot Q \cdot g}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} = \frac{9{,}6 \cdot (P + Q) - 10 \cdot [(q - \lambda)] \cdot Q}{2P + (\lambda + q) \cdot Q} \text{aufwärts}$$

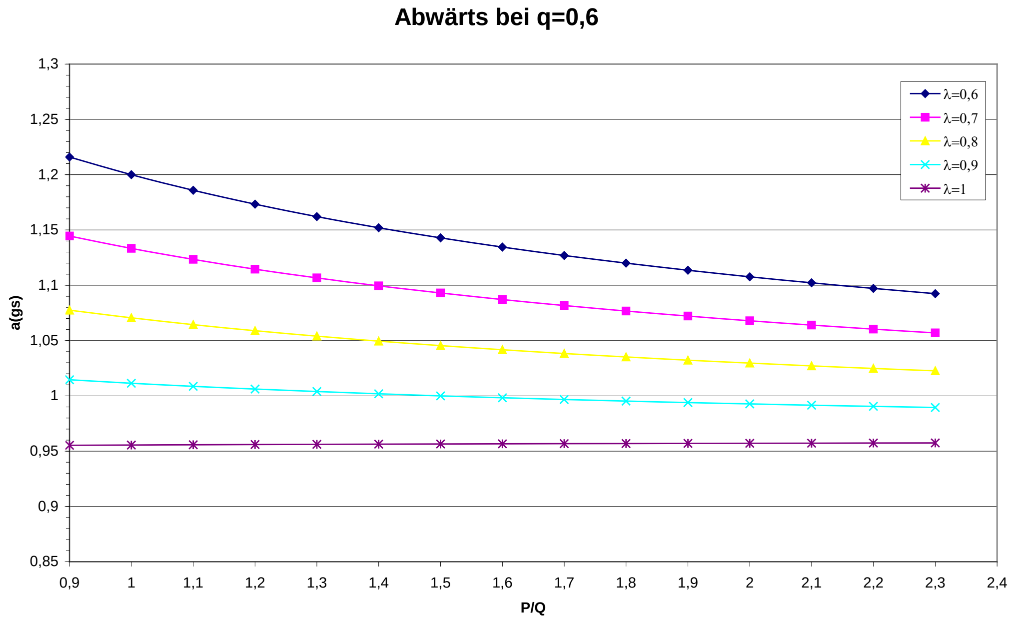
$^{(1)} BF = 20\,\%$ erhöhte Bremskraft für die Berechnung

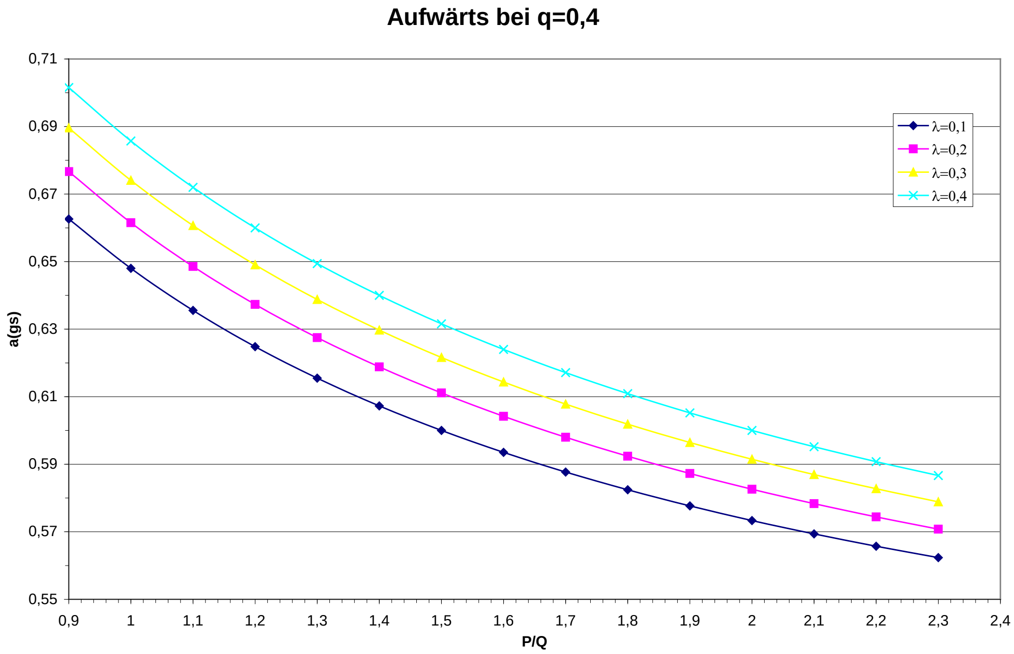
In den Verzögerungsgrafiken zeigt die Abszissenachse das Verhältnis zwischen P und Q und die Ordinatenachse zeigt die Verzögerung des Systems in g-Einheiten, d. h. proportional zum Schwerkraftwert.

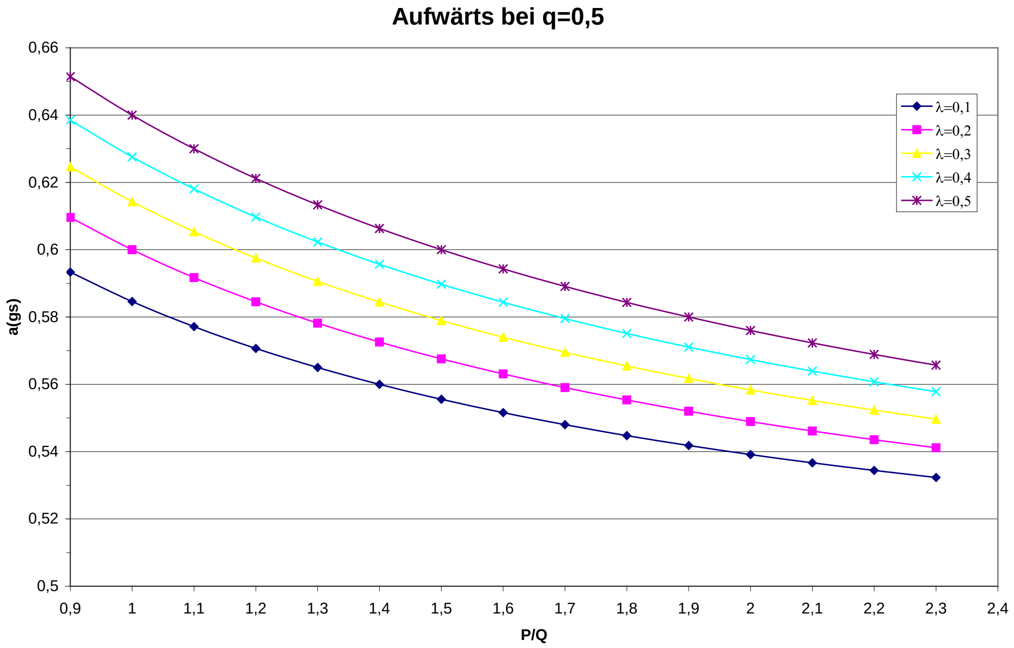
Abbildung 3: Verzögerungsgrafiken

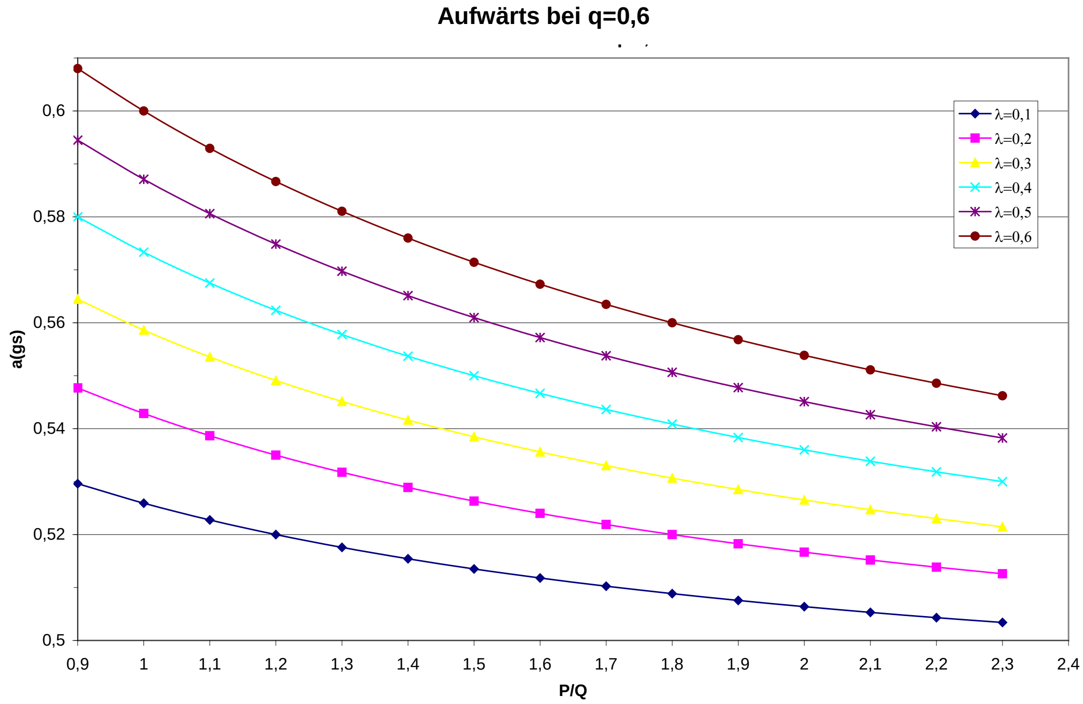





Abwärts bei q=0,6
a(gs)
P/Q
λ=0,6
λ=0,7
λ=0,8
λ=0,9
λ=1


Aufwärts bei q=0,4
a(gs)
P/Q
λ=0,1
λ=0,2
λ=0,3
λ=0,4


Aufwärts bei q=0,5
a(gs)
P/Q
λ=0,1
λ=0,2
λ=0,3
λ=0,4
λ=0,5



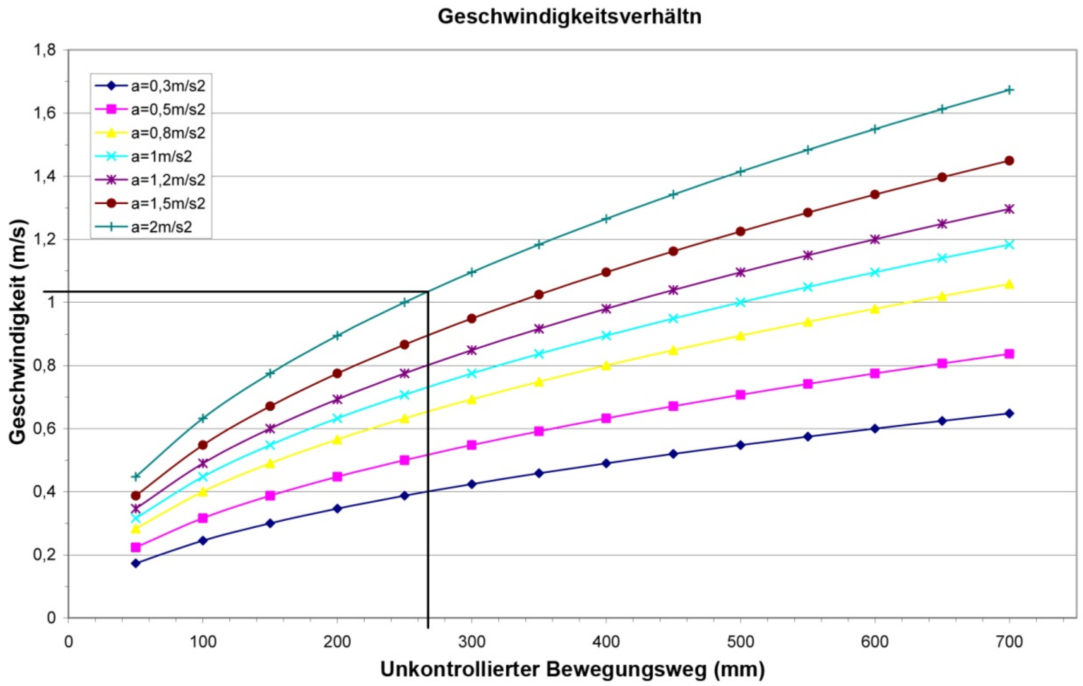
Für weitere Werte des Ungleichgewichtskoeffizienten des Gegengewichts muss man die Formeln [7] und [8] verwenden.

BEISPIEL:

Bei einer Anlage mit P = 600 kg, Q = 550 kg und einem Ungleichgewicht q=0,4, d. h. 820 kg Masse am Gegengewicht: Wir nehmen an, dass der erforderliche Weg zur Verkeilung des Geschwindigkeitsbegrenzers (in diesem Fall 0,335 m) die einzige Bewegung ist, die die Kabine erfährt.

Zunächst berechnet man die Abwärtsfahrt. Zu diesem Zweck werden die Werte in der Formel [1] ersetzt und man erhält eine natürliche Systembeschleunigung von 1,64 m/s^2.

Mit diesem Wert und dem des Geschwindigkeitsbegrenzers erhält man aus Abbildung 1 die Geschwindigkeit, bei der die Fangvorrichtungen auslösen, d. h. 1,05 m/s.



Hier wurde die Beschleunigungskurve hochgerechnet, da in der Grafik die 1,5 m/s^2 und die 2 m/s^2 Kurve stehen.

Für einen genaueren Wert kann man jedoch Formel [2] verwenden. Mit Formel [3] könnte man die von den Fangvorrichtungen erzeugte Verzögerung berechnen, die 6,13 m/s^2 ergeben würde.Mit dem vorher berechneten Geschwindigkeitswert und diese Verzögerung in Abbildung 2 erhält man den Bremsweg der Fangvorrichtung, der in diesem Fall ca. 83 mm beträgt. Diesen Wert kann man auch mit Formel [4] erhalten.

Bei der Aufwärtsfahrt muss man die gleichen Schritte wie abwärts befolgen, aber die Formeln von der Aufwärtsfahrt verwenden.

Aus Formel [5] erhält man 1,51 m/s^2 als natürliche Beschleunigung. Mit diesem Wert und des Wegs des Geschwindigkeitsbegrenzers kann man wie bei der Abwärtsfahrt zur Abbildung 1 gehen oder die Auslösegeschwindigkeit der Fangvorrichtungen - in diesem Fall 1,0 m/s - mit Formel [2] berechnen.

Genau wie bei der Abwärtsfahrt aber mit Formel [6] erhält man die Bremsverzögerung der Fangvorrichtungen für die Anlage, z. B. 3,87 m/s^2.

Mit Img 2 oder Formel [4] erhält man den Weg, den die Fangvorrichtungen benötigen, um die Kabine abzubremsen. In diesem Fall beträgt er 122 mm. Abschließend muss bestätigt werden, dass die Verzögerungen, die durch die Bremswirkung der Fangvorrichtungen entstehen, für die Fahrgäste im Aufzug ungefährlich sind. In diesem Beispiel beträgt das Verhältnis P/Q 1,1 und in den Grafiken der Abbildung 3 kann man es nachprüfen.