**Versión traducida de V-t Grafico.doc**

**Papel corto PCB 1-2007**

# Velocidad-tiempo DIAGRAMA

# Su uso efectivo en la reconstrucción de accidentes

# y

# Presentación Sala de Corte


Por

Rudy Limpert, Ph.D.

PC-FRENO, Inc.

www.pcbrakeinc.com

## 1.0 Introducción

En 1953, un excelente profesor me presentó a una formulación clara y efectiva de los problemas de dinámica de uso del diagrama de velocidad-tiempo. A pesar de lo aprendido entonces fueron guardados por casi dos décadas, doy gracias a Alfred Boege por haberme enseñado lo básico y conseguirme "enganchados" en el deseo de aprender y escribir.

Cuando empecé a investigar y reconstruir accidentes de tráfico y testificar en la corte, los abogados a menudo quería un simple "velocidad, el tiempo y la distancia", análisis que se realiza. Con frecuencia, no se involucran mucho más que calcular los tiempos de arrastre o las distancias de reacción. Los casos de más de 30 años fueron el comienzo para desarrollar y poner a punto la "velocidad-time diagram" método.

Hace varios años, mientras que la enseñanza de uno de mis seminarios de SAE Internacional para la Reconstrucción de accidentes, durante el primer día estábamos hablando de la velocidad máxima de un vehículo puede viajar y todavía evitar el choque. La derivación de la ecuación de movimiento es una tarea relativamente sencilla una vez que el diagrama de velocidad-tiempo se extrae y las ecuaciones de la zona están escritos. Un seminario los participantes, un testigo experto con un doctorado en ingeniería mecánica, comentó que esta pieza de información que se acaba de enterar de la pena todo el dinero que pagó por la totalidad de los 3 días de seminario. Estoy seguro de que el caballero sabía que la información, sin embargo, nunca lo había puesto juntos en una simple demostración.

Los objetivos de este trabajo es revisar los fundamentos diagrama de velocidad-tiempo, para aplicarlo al análisis complicado movimiento de dos vehículos, para investigar las grabaciones electrónicas velocidad del vehículo, y para demostrar su uso efectivo en sala y / o declaraciones. Ejemplo 20-2 de referencia 1 es una demostración de una aplicación eficaz de un caso real de el diagrama de velocidad-tiempo en una prueba en Hawaii.

## 2.0 Fundamentos del diagrama velocidad-tiempo

Los fundamentos del diagrama de velocidad-tiempo se discuten en la sección 20-1 (b) de la referencia 1, donde varios ejemplos se muestran en la sección 20-1 (g).

En el caso de una velocidad uniforme, la velocidad de un vehículo se mantiene constante independientemente de la hora. La ecuación de movimiento para el cálculo de la velocidad V es:

$$V = S / t; \text{ m / s} \quad (1)$$

donde: S = distancia, m t = tiempo, segundos

La velocidad es un vector, es decir, tres medidas físicas son totalmente necesarios para describirlo. Las medidas son las siguientes:

1. Línea de acción a lo largo de la cual el vector de velocidad es la actuación. Por ejemplo, la línea de acción se puede ejecutar de norte a sur (o grados de 90 a 270 en el sistema de coordenadas 360 grados)

2. La dirección en la que el vehículo puede viajar. Por ejemplo, al norte de la línea de acción, o en 90 grados.

3. Magnitud, por ejemplo 60 pies / seg.

El sistema de coordenadas de 360 grados asigna automáticamente la convención de signos adecuado para la velocidad. Si el vehículo viaja por debajo de 45 grados, sen 45 $^{o}$ = 0,707, mientras que un vehículo que circulaba en la misma línea de acción, sin embargo, en la dirección opuesta en 225 grados, el pecado $^{o}$ = 225 - 0.707.

Algunos expertos tiempos y otros describen la velocidad se mide en pies / seg como un vector, y la velocidad en millas por hora como un escalar. En el análisis de impulso, la velocidad es un vector. En la velocidad del análisis de la velocidad, tiempo y distancia por lo general es tratado como un escalar. En el análisis de diagrama de velocidad-tiempo que se ocupan principalmente de la magnitud de la velocidad.

La ecuación 1 puede ser resuelto por la distancia como:

$$S = V\ t, \text{ pies (2)}$$

En el diagrama de velocidad-tiempo que V parcela velocidad en función del tiempo, como se ilustra por el movimiento de velocidad constante en la Figura 1. Puesto que la velocidad es constante, la línea de velocidad es paralela al eje del tiempo. Por ejemplo, para un automóvil que viaja a 60 m / s durante 6 segundos el coche ha recorrido 360 metros de inspección de la Figura 1 muestra que el producto de V veces t es igual al área bajo la línea de velocidad, ya que el área de un rectángulo es igual a la base (tiempo) veces la altura (velocidad). En consecuencia, se concluye que el área bajo la línea de velocidad siempre es igual a la distancia recorrida durante el intervalo de tiempo.

¿Cómo podemos utilizar el diagrama de velocidad-tiempo en los casos reales? Las reglas básicas son siempre las mismas, con la participación de las cuatro etapas, a saber, (Referencia 2):

1. Trace el diagrama de velocidad-tiempo para el proceso de movimiento en cuestión. El diagrama final puede consistir en la combinación de dos (o más) la velocidad sub-diagramas de cada uno de los vehículos involucrados.
2. Escribir las ecuaciones de movimiento básico para el uniforme de aceleración / deceleración de movimiento (s). Use los símbolos utilizados en el dibujo.

3. Escriba las ecuaciones de distancia teniendo en cuenta las áreas particulares que implican agregados y / o diferencias.

4. Desarrollar una ecuación de solución a partir de un conjunto de ecuaciones. Uno o más de las ecuaciones dadas siempre es la ecuación fundamental de V = / t, la otra es una ecuación de distancia.

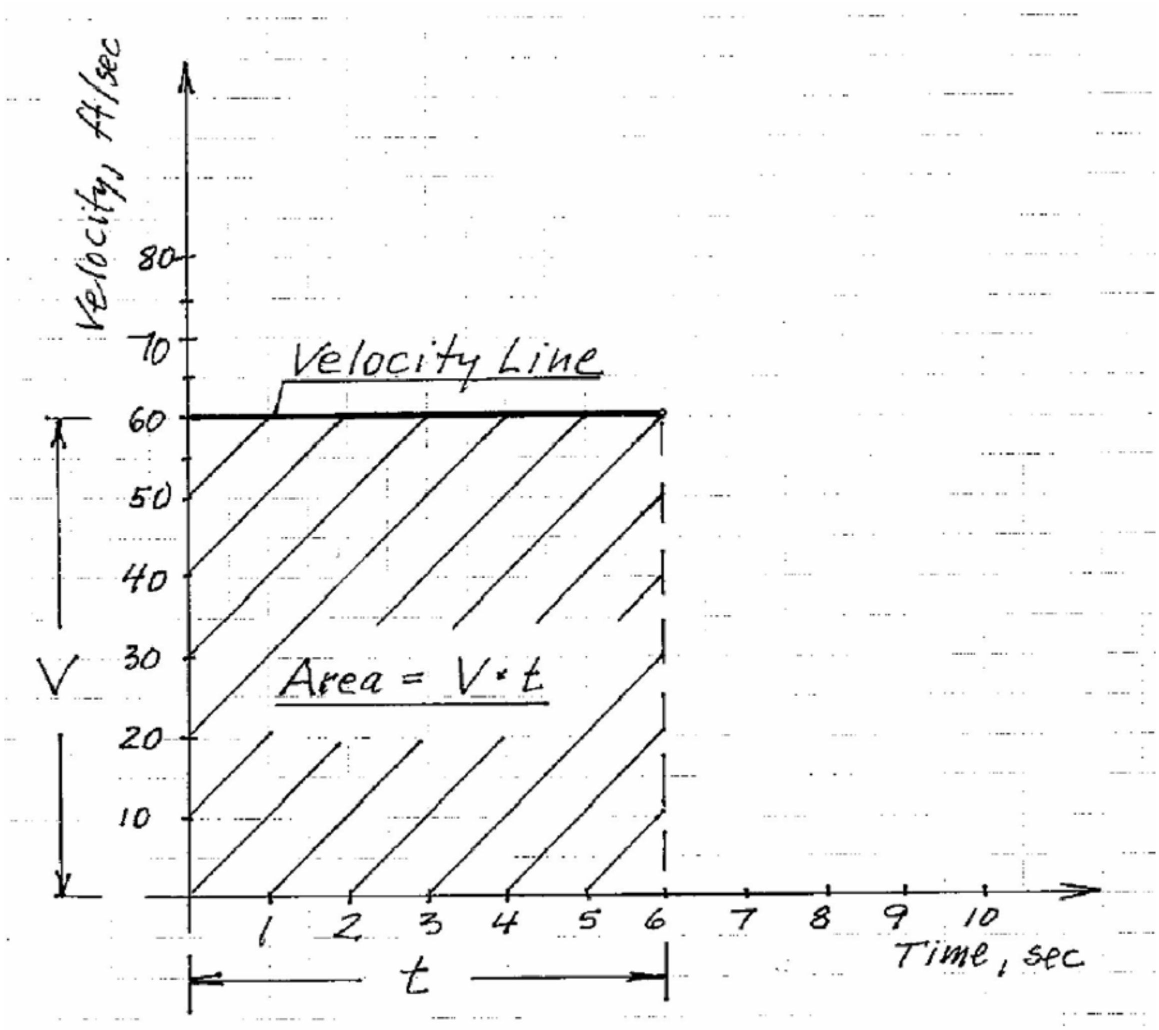



Figure 1 – Velocity-Time Diagram
Constant Velocity

Este enfoque de diagrama de velocidad-tiempo de solución a los complejos movimientos de dos vehículos que nos obliga a recordar sólo la ecuación de definición básica de V = / t. La ecuación de distancia se desarrolla a partir del diagrama de Vt.

## 3.0. APLICACIONES

3.1. VEHÍCULO deceleración a la parada - deceleración constante

El diagrama de velocidad-tiempo se ilustra en la Figura 2. El área bajo la línea de velocidad es un triángulo. El área del triángulo se calcula

Area = altura x anchura / 2

Con los símbolos mostrados en la Figura 2 de la zona, y por lo tanto, la distancia recorrida es

S = Vt / 2; pies (3)
Utilizando el paso 4, es decir,

una V = / t = ($V_2$ - $V_1$) / ($t_2$ - $t_1$), m / (s $^{2)}$ (4)

nos permite derivar una ecuación de movimiento de un vehículo que viene de lo alto, con deceleración constante a. Por ejemplo, la solución de la ecuación 3 para el tiempo y sustituyendo en la ecuación 4 se obtiene la relación bien conocida

$S = V^2 / (2a)$, pies (5)

El número 2 en los resultados denominador de la ecuación de área de un triángulo. Todas las ecuaciones de movimiento para un vehículo de deceleración a la parada se presentan en la sección 20-1 (d) de la referencia 1.

La ecuación 5 es la ecuación básica para calcular las velocidades de los vehículos después del impacto o frenar hasta detenerse. Con frecuencia, se expresa en diferentes unidades como:

$S = V^2 / (30f)$; pies (6)

donde: V = velocidad, mph

f = factor de la desaceleración o arrastre, g-unidades

Un "experto" una vez que testificó en el juicio en Salt Lake City que el 30 en la ecuación 6 simplemente el resultado de 32,2 redondea a 30. Mal! La derivación de la ecuación 6 a partir de la ecuación 5 se muestra en la sección 20-4 (a) de la referencia 1.

Derivación de las ecuaciones de movimiento requiere una desaceleración constante durante el proceso de frenado. Si el proceso de frenado consiste en aumentar la desaceleración de cero a su nivel máximo sostenible, a continuación, la línea de velocidad, durante el período de tiempo en el que el aumenta la desaceleración, es una línea curva. La derivación de la distancia de frenado con todo cálculo para este proceso de frenado que supone un incremento lineal de la desaceleración de cero a su nivel máximo se presenta en la Sección 1.4.3, ampliada Análisis distancia de parada, de referencia 3.

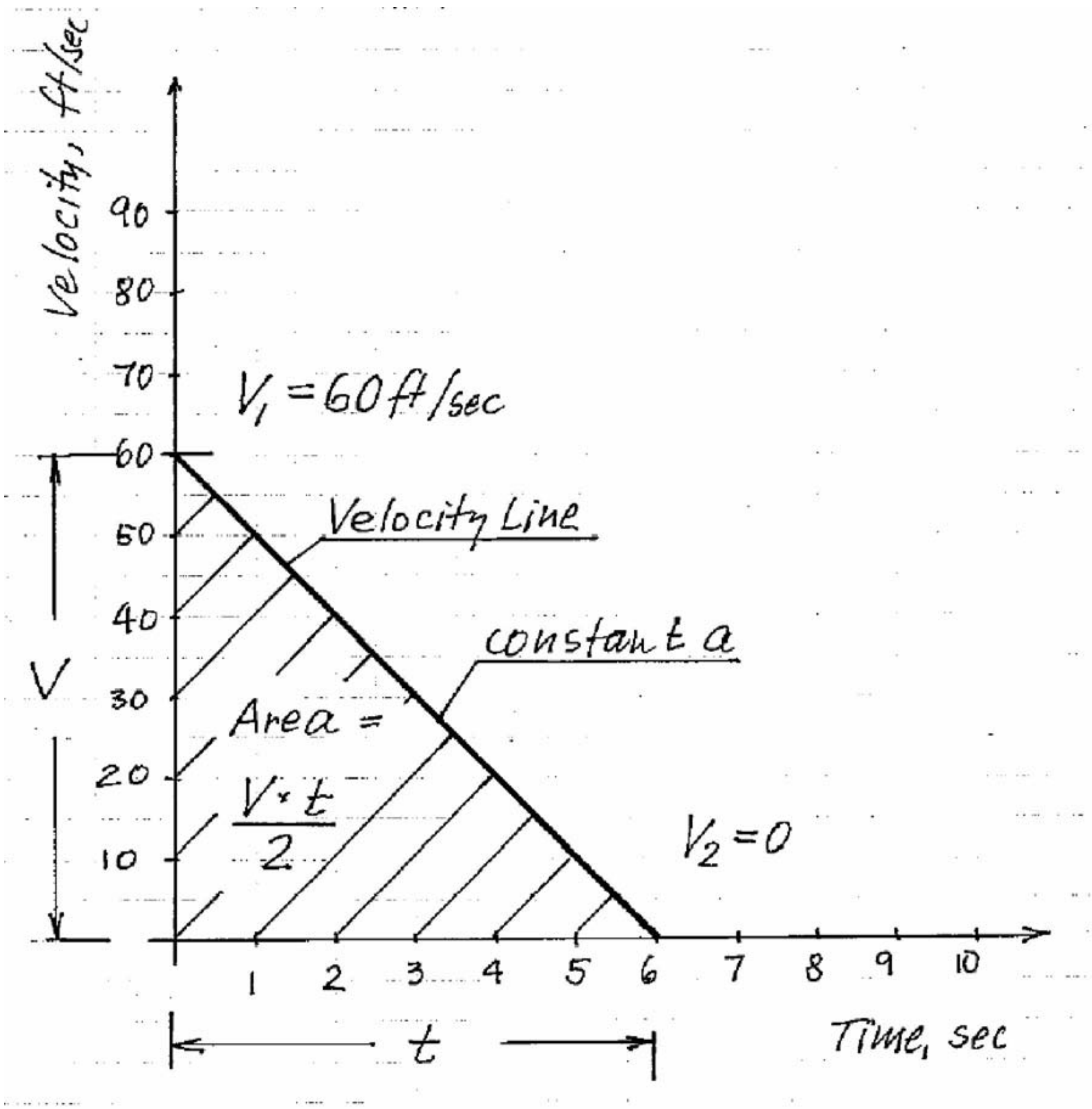



Figure 2 - Vehicle Decelerates to Stop

La ecuación 5 se modificaría como:

$$S = V^2 / (2a_{max)}) - \text{un}_{\text{máximo}} (t_{b)})^2 / (24), \text{ pies } (7)$$

donde: a = $_{\text{máxima}}$ deceleración máxima sostenida, m / s $^2$ $t_b$ = deceleración acumulación de tiempo, segundos

Por ejemplo, para un proceso de frenado participación de los neumáticos derrapando con una desaceleración de 26 pies / seg $^2$ (0.81g) y una desaceleración de la acumulación de tiempo $t_b$ = 0,6 segundos, el término negativo en la ecuación 7 es sólo 0,39 metros sólo en los accidentes cuando el conductor utiliza el tiempo significativamente mayor de 1 segundo para alcanzar la máxima deceleración (y baja velocidad) puede ser el término negativo importante. Por ejemplo, para V = 20 kilómetros por hora y $t_b$ = 2 s, S = 16,53 a 4,33 = 12,2 m, 16,53 m, y no

## 3.2. DECELARATING FOM INICIAL DE VELOCIDAD FINAL

Considere la posibilidad de un automóvil que viaja a $V_1$ = 60 mph (88 pies / seg), el conductor aplica los frenos, el vehículo desacelera en a = 8 m / s $^2$ (0,25 g) a $V_2$ = 25 mph (37 pies / seg) al impactar una pared sólida. El diagrama de velocidad-tiempo se muestra en la Figura 3.

El área bajo la línea de velocidad es un trapecio, que consiste en un rectángulo y un triángulo. El área del rectángulo es igual a $V_2$ t, el área del triángulo es igual a ($V_1$ - $V_{2)}$ t / 2. En consecuencia, la distancia S recorrida por el vehículo durante el frenado es igual a:

$$S = V_2 \ t + (V_1 - V_{2)} \ t / 2; \text{ pies (8 bis)}$$

$$S = (V_1 + V_{2)} \ t / 2; \text{ pies (8b)}$$

8b ecuación también se puede derivar directamente de la área de un trapecio.

El área del triángulo en la figura 3 se puede expresar con $V_1$ - $V_2$ = a, lo que resulta en:

$$S = (V_{1)} \ (T) - (a) \ (t) / 2 = V_1 \ t - a^{2.2;} \text{ pies (9 bis)}$$

o:

$$S = V_2 \ t + a^{2.2;} \text{ pies (9b)}$$

Con a = ($V_1$ - $V_{2)}$ / t, todas las ecuaciones que se muestran en la sección 20-1 (f) de la referencia 1 se pueden derivar.

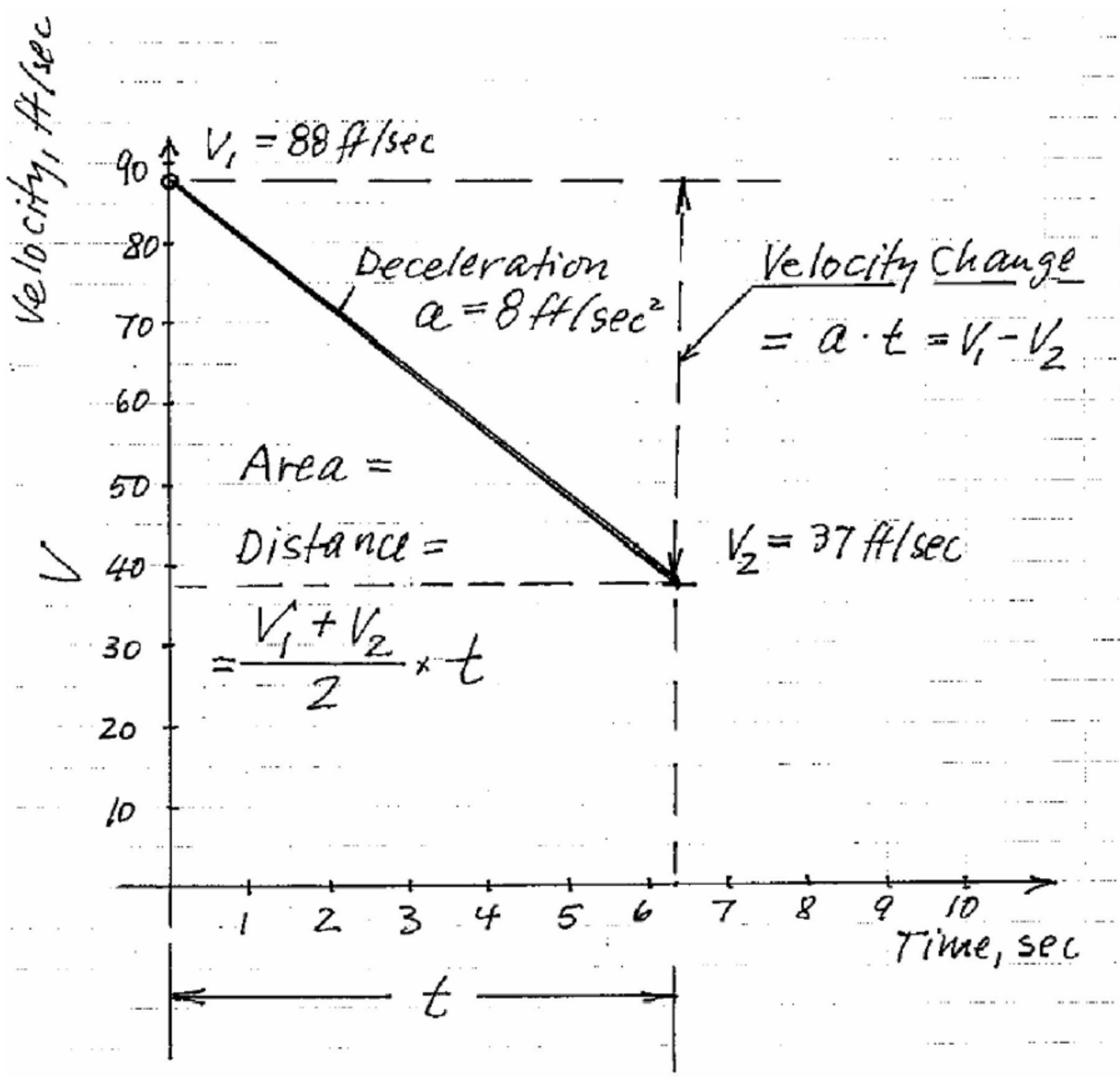



Figure 3 Decelerating Car with Final Velocity

3.3. La velocidad media VERSUS CONSTANTE

Un coche viaja de A a B a una velocidad constante de 100 pies / seg, y luego regresa de B a A de nuevo a una velocidad constante de 100 pies / seg. En un segundo viaje el coche viaja de A a B a una velocidad constante de 140 pies / seg y luego vuelve de B a A a una velocidad constante de 60 pies / seg. Formular el problema de movimiento de los dos viajes ida y vuelta.

El diagrama de velocidad-tiempo se muestra en la Figura 4. Ya que las distancias de A a B son los mismos para el coche 1 y 2, el recorrido del carro 2 es:

$$140\ t = 100\ t_{2ab}\ 1AB;$$

o $t = 0{,}714_{2ab}\ _{t1ab,}$ seg

$$60\ t = 100\ t_{2ba}\ 1BA;$$

o $t = 1{,}667_{2ba}\ _{t1ba,}$ seg

El tiempo de viaje para el coche es un $_{2tab,}$ para 2 coches es (0.714 + 1.667) t = 2,38 $_{t1ab}\ _{1AB.}$ Por lo tanto, requiere de dos coches 2,38 / 2 = 1,19 hora o 19% más de los viajes de ida y vuelta. Por ejemplo, para una distancia de A a B de 1000 pies, el coche necesita 2000/100 = 20 seg, 2 coches necesidades 1000/140 = 7,14 seg = 1000 a 1060, más 16.667 segundos por un total de 23,8 seg.

## 3.4. Movimiento relativo entre dos vehículos

Dos vehículos de acelerar de cero. Un coche acelera a 5 m / s $^2$ y después de 16 segundos ha tomado la delantera del coche de dos pies por 148 ¿Cuál es la aceleración del coche de 2?

El diagrama de velocidad-tiempo se muestra en la Figura 5. La distancia recorrida por un coche durante 16 segundos, menos la distancia recorrida por el vehículo 2 es igual a 148 pies Por lo tanto, tenemos:

$$\text{una } t\ _1{}^2 / {}^2 - t\ _2 \text{ un } {}^2 / {}^2 = 148 \text{ pies}$$

Para t = 16 seg y $_1$ = 5 m / s $^{2,}$ la aceleración a $_2$ = 3.84 m / s $^{2.}$ 3.5. BUS COMIMG a una parada

Un autobús se acerca a su parada de autobús a 6500 pies de distancia a una velocidad constante desconocida. Cuando cerca de la parada, el conductor frena el autobús a una deceleración de 8 m / s $^{2.}$ El tiempo total para viajar por el pie 6500 es de 120 segundos entre el tiempo de frenado. Calcular la velocidad del autobús cuando éste es de 6500 metros de la parada de autobús.

El diagrama de velocidad-tiempo se muestra en la Figura 6. La distancia total recorrida es igual a un rectángulo más un triángulo:

$$S = V_1 t_1 + (V_{1)} /^{2} (2a_{1)} = 6{,}500;\ \text{pies} \quad (10)$$

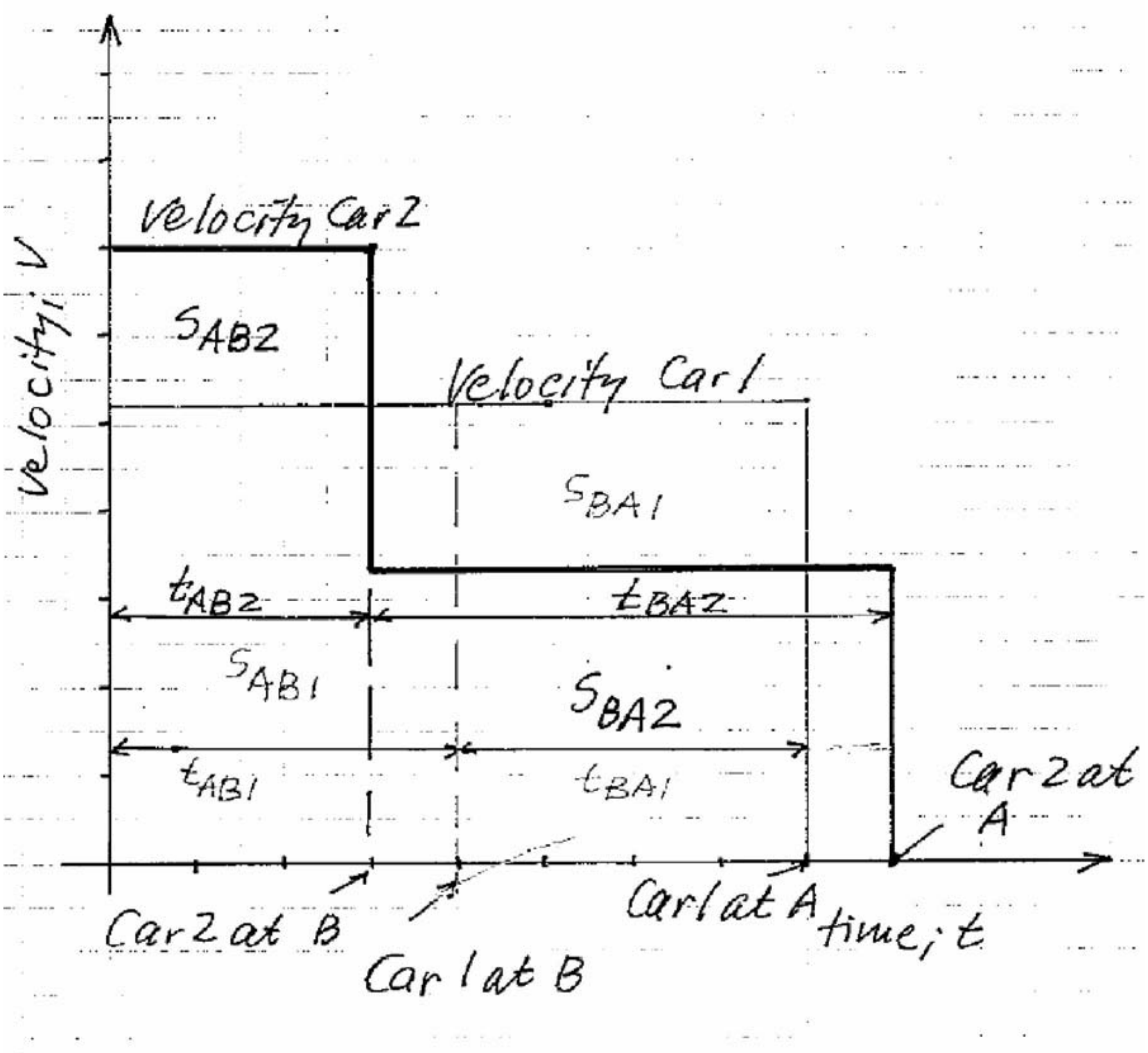



Figure 4 Average v. Constant Speeds

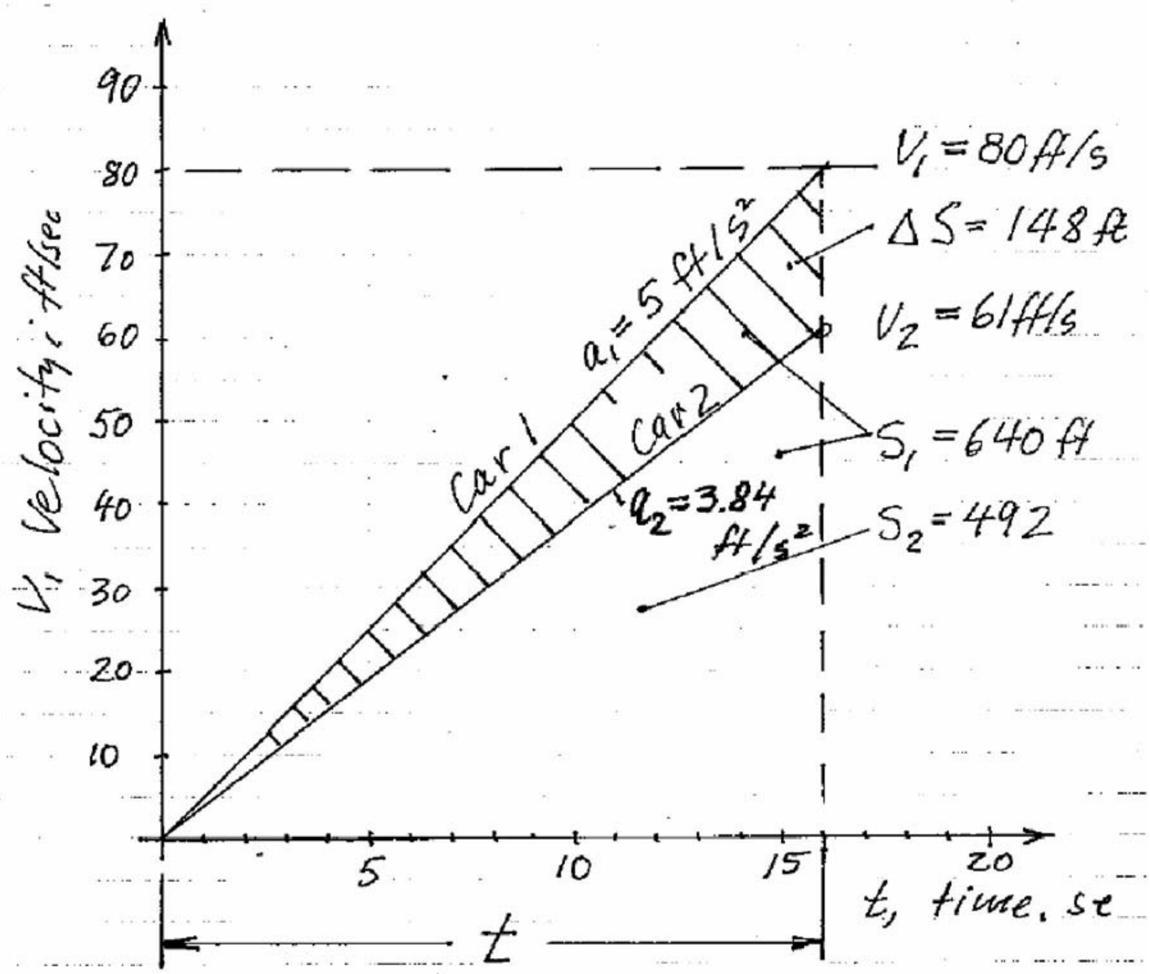



Figure 5 - Two Accelerating Vehicles

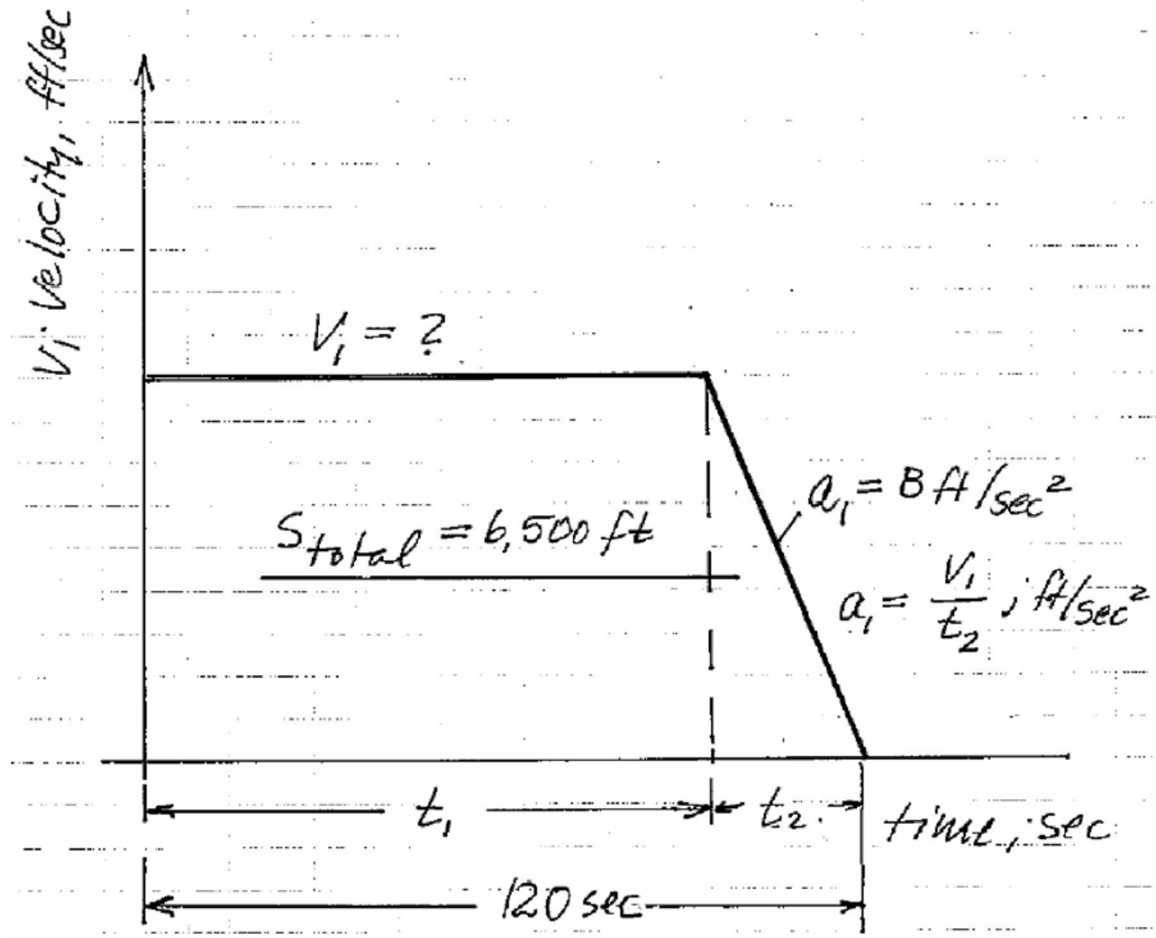



Figure 6 - Bus Coming to a Stop

La ecuación de tiempo es:

$$t_1 + V_1 / a_1 = 120 \text{ seg } (11)$$

La solución de la ecuación 11 para el tiempo $t_1$ y sustituyendo en la ecuación 10, y la solución de la velocidad del bus a empezar de los rendimientos de los viajes:

$$V_1 = (120 / 2)_1 - (((120 / 2)_{1)}{}^2 - (6500) a_{1)}{}^{0,5;} \text{ pies / seg } (12)$$

La sustitución de un $_1$ = 8 m / s $^2$ en la ecuación 12 se obtiene:

$$V_1 = 480 - (480^2 - (6500)(8))^{0.5} = 480 \text{ a } 422,4 = 57,6 \text{ m / s.}$$

el 39,3 mph.

## 3.6. MOTO COCHE PASA

Un automóvil que viaja a 25 mph pasa una moto parado que en ese momento comienza a acelerarse. La moto pasa por el coche después de 30 segundos. Calcular la aceleración y la velocidad de la motocicleta en el momento de pasar el coche.

El diagrama de velocidad-tiempo se muestra en la Figura 7. La distancia de los coches y motos son iguales. En consecuencia, las áreas del rectángulo y triángulo son iguales.

Por lo tanto,

$$V_c \text{ en } t = {}^{2.2;}$$

o: $a = 2 V_c / t = (2)(36.65) / 30 = 2,44$ m / s $^2$

y: $V = {}_{mc} (2.44)(30) = 73,2$ m / s (que es el doble 25 mph)

## 3.7. VELOCIDAD MAXIMA PARA DETENER AL PUNTO DE IMPACTO

En un accidente de los frenos del vehículo antes del impacto de una distancia conocida. El total de pre-impacto distancia desde el punto de reacción del conductor, hasta el punto de impacto se llama $S_{RC.}$ Calcular la velocidad máxima del vehículo podría haber viajado y aún llegar a una parada completa en el punto de impacto. Vamos a deducir la ecuación 30-2 de Referencia 1.

Los diagramas de velocidad-tiempo para el movimiento real y la evasión se muestran en la Figura 8. Las áreas, y por lo tanto las distancias, en el marco del $V_1$ - $V_2$ líneas, y la $V_{max}$ - $V_2$ (0) línea son los mismos.

En consecuencia, tenemos: $_{VmaxtR}$ + (V $_{max)}$ $^{2}$ / (2a) = S $_{RC}$ Resolver los rendimientos ecuación de segundo grado:

$$V_{max} = ((en_{R)})^2 + 2as_{R\text{-}C)})^{0,5} - en_{R,}\ m / s \quad (13)$$

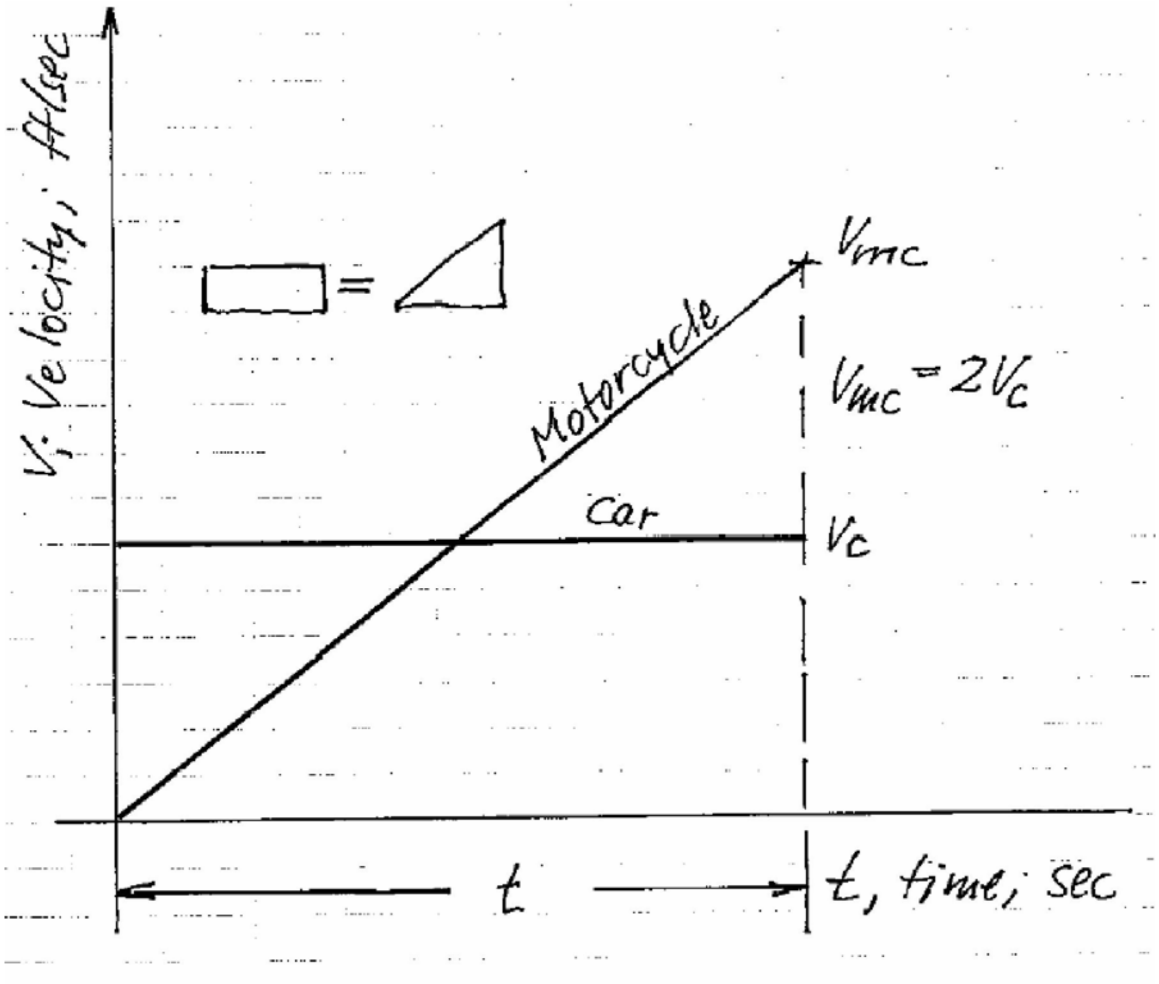



Figure 7 - Motorcycle Passes Car

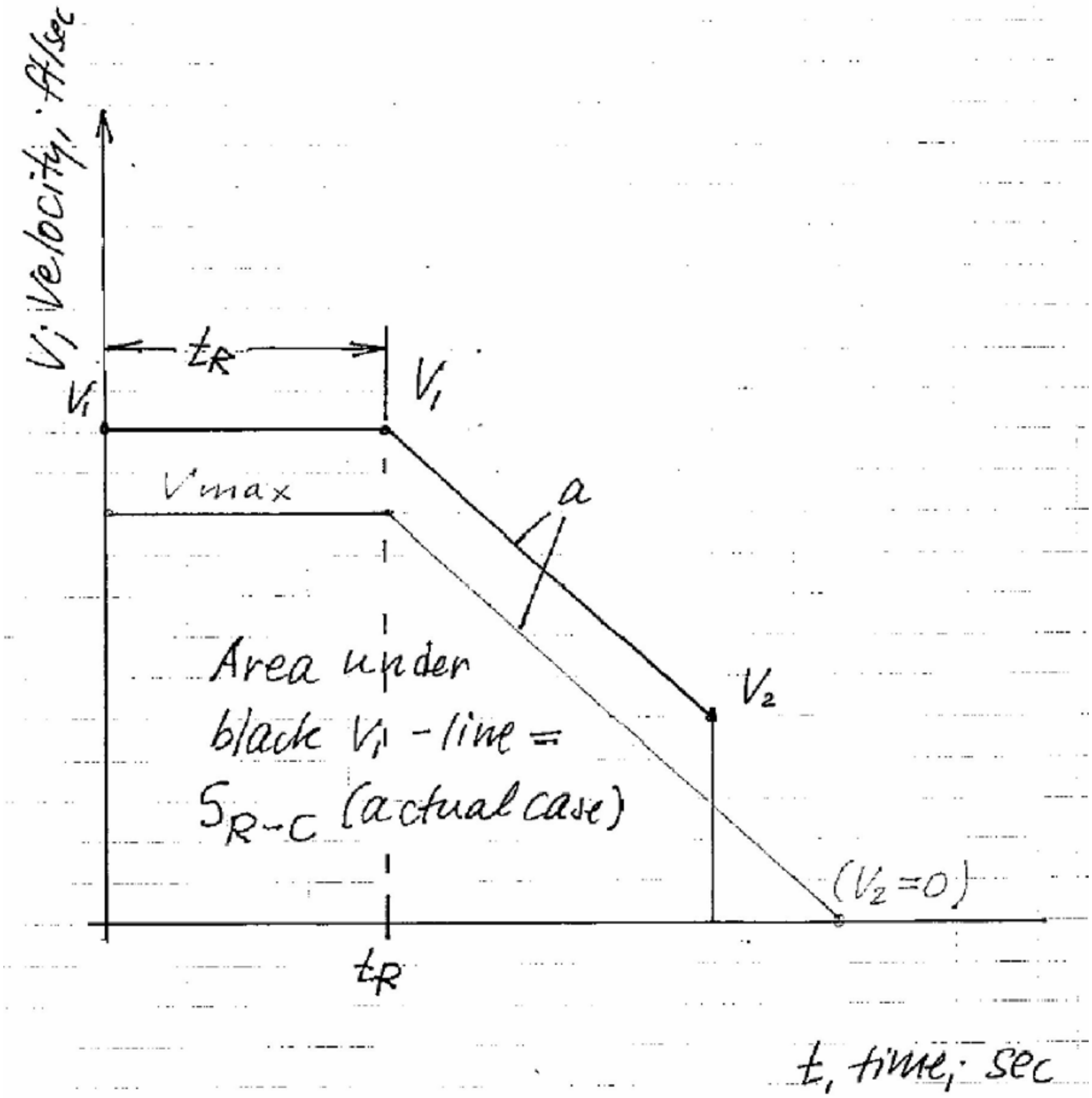



Figure 8 – Stopping at POI

$$V_{max} = ((en_{R)})^2 + 2as_{R-C)})^{0,5} - en_{R,}\ m / s \quad (13)$$

La ecuación 13 es la ecuación 30-2 de Referencia 1.

3.8. La velocidad máxima para otro vehículo ÁREA claro impacto

El accidente es el mismo que en la sección 3.7, excepto que ahora queremos impactar el vehículo para llegar al punto de impacto lo suficientemente tarde para que el otro vehículo que haya limpiado la zona de impacto. Vamos a deducir la ecuación 30-4 de Referencia 1.

Los diagramas de velocidad-tiempo para el movimiento real y la evasión se muestran en la Figura 9. El área bajo la $V_1$ - $V_2$ líneas es la distancia recorrida por el vehículo real de los accidentes de reacción del conductor, comienzan a impactar, y es llamado $_{SR-C}$ El área de prevención en el marco del $V_{max-V}$ línea $_3$ también es igual a $_{SR-C..}$ el vehículo para evitar que llegue el $_{TAV}$ tiempo para evitar más adelante en el punto de impacto viaja a $V_{3.}$ El tiempo de la evasión está determinada por la velocidad y la distancia requerida por el vehículo golpeó a salir de la zona de impacto. El tiempo $_{tB-C}$ es el tiempo durante el cual el vehículo real fue frenado antes del impacto.

El área de prevención trapezoidal o la distancia $_{SR-C}$ es igual al área del rectángulo menos el área de un triángulo, lo que resulta en

$V_{max}$ (t + t $_{RC}$ AV) - (a / 2) (t + t $_{AC}$ AV) $^2$ = S $_{RC}$ calcular el valor de los rendimientos de la velocidad máxima para evitar:

$$V_{max} = ((a / 2)\ (t +_{BC}\ _{TAV)\ 2} +\ _{SR-C)\ /\ (C} +\ _{tR-TAV),}\ m / s \quad (14)$$

3.9. REARENDS COCHE SEMI

Un viaje en semi $V_2$ = 70 pies / seg (48 mph) detrás de un coche que viaja a $_{una}$ V = 108 m / seg (74 mph). El conductor del coche que se aplica los frenos produciendo una desaceleración de 0,8 gramos, mientras que la semi de frenado en 0.45g trasero termina el coche. Los daños sufridos por aplastar el coche (y parte delantera del camión) indica una velocidad relativa en el impacto de 28 pies / seg (19 mph) (Véase la Ecuación 33-14 de Referencia 1). Calcular el tiempo requerido por el conductor antes de que sus frenos estaban cerradas, o en otras palabras, determinar si el conductor del camión reaccionó a detener el coche en un tiempo razonable?

La combinación de velocidad-tiempo diagramas se ilustra en la Figura 10. Sabemos que la diferencia en la velocidad en el impacto tiene que ser de 28 pies / seg como se obtiene de triturar los daños sufridos por el coche (y el tractor).

Una inspección detallada de los daños sufridos por la parte trasera coche reveló que las ruedas traseras estaban girando en el momento del impacto más probable es que lo que indica que el coche se movía en caso de colisión.

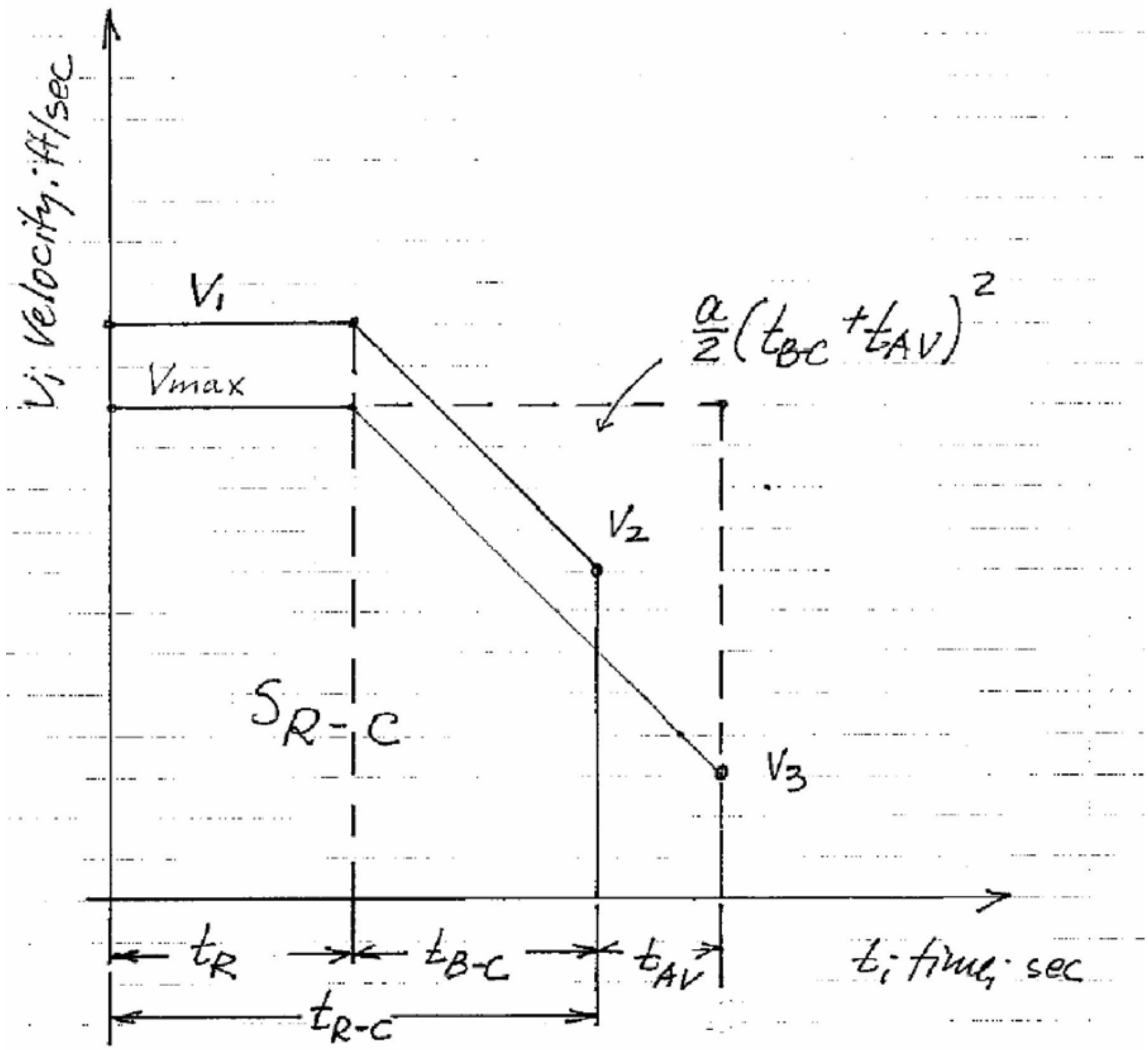



Figure 9 - Crash Avoidance by Delaying Arrival by $t_{AV}$

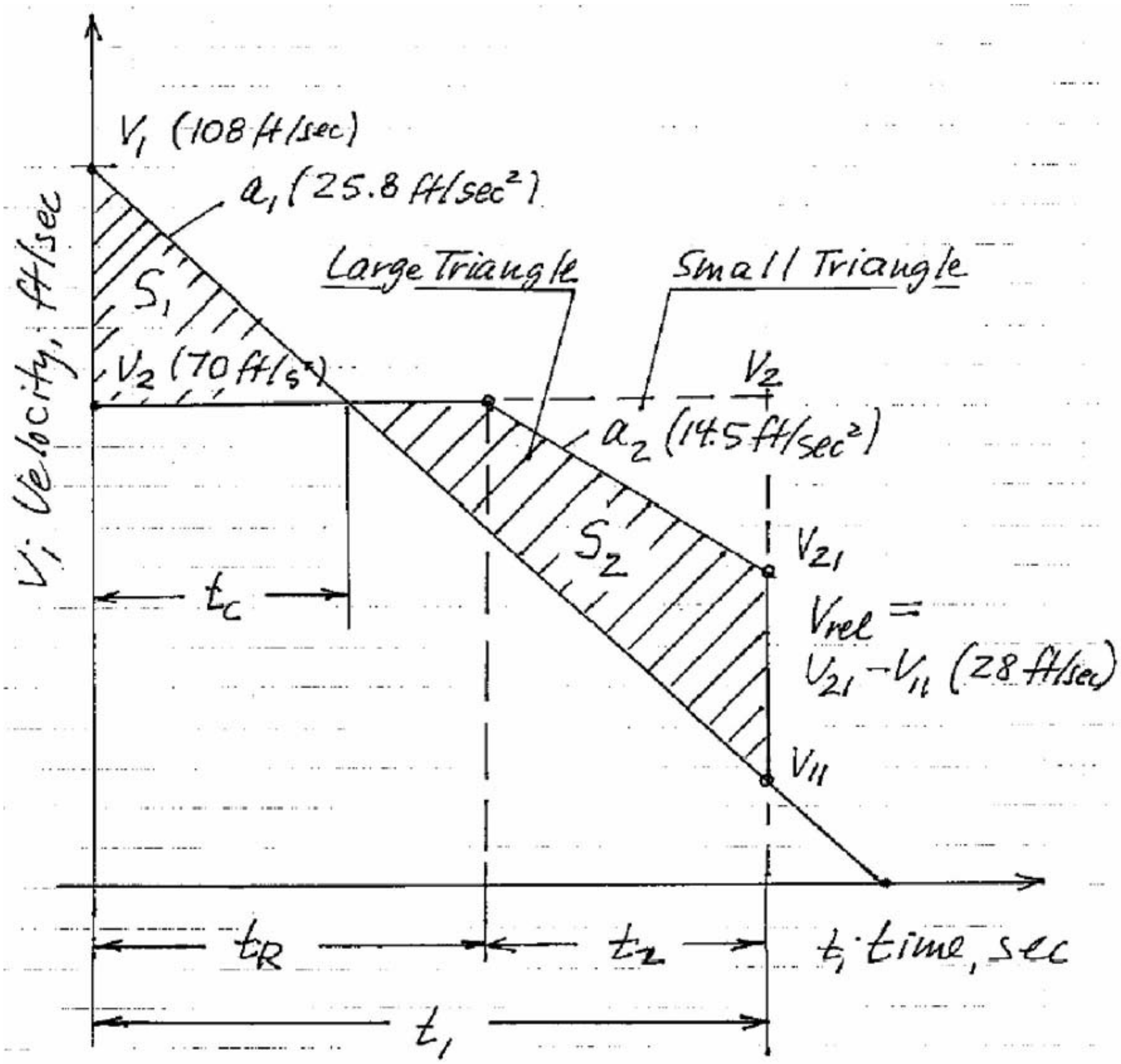



Figure 10 - Semi Rearends Car

Dado que las áreas bajo las líneas de velocidad respectivos $_{V1\text{-}V11}$ (coche) y $V_2$ - $V_{21}$ (camiones) tienen que ser iguales, sabemos que el área $S_1$ (pequeño triángulo) tiene un área igual a $S_2$ (pequeña de cuatro esquinas en la zona ).

Área $S_1$ se puede calcular fácilmente como:

$$S_1 = (V_1 - V^{2)}{}_2 / (2a_{1)} = (108 - 70)^2 / (2x25.8) = 28\ m^2$$

2 $_{\text{Superficie}}$ S puede calcularse restando un pequeño triángulo a partir de una más grande:

$$S_2 = (1 / 2) (V_2 - V_{11)} (t_1 - t_{c)} - (1 / 2) (V_{2\text{-}V\ 11} - V_{rel)}\ t_2 = S_1\ (15)$$

El tiempo para el coche más lento, de $V_1$ a $V_2$ se puede calcular fácilmente a partir de: $t_c = (V_1 - V_{2)} / a = {}_1 (108\text{-}70) / (25.8) = 1.47$ seg

Las otras ecuaciones siga desde el paso 4 como:

$$V_2 - (V_{11} + V_{rel)} = a_2\ t_2\ (16\ bis)$$

y:

$$(V_1 - V_{11)} = a\ t_{1\ 1}\ (16\ ter)$$

Finalmente, el tiempo de reacción del conductor es $_R$ $t = t_1 - t_{2,}$ sec

La ecuación 15 tiene tres incógnitas, que pueden ser resueltos mediante el uso de ecuaciones 16. El álgebra es largo, lo que resulta en el $_{V11}$ velocidad de desplazamiento del vehículo al momento del impacto:

$$V = {}_{11} - A / 2 + ((A^{2)} + B)^{0,5;}\ pies / seg\ (17)$$

donde: $A = (t_c\ a_1 - V_1 - V_2 + 2 (a_{un} / a_{2)} (V_2 - V_{rel))} / (1 - a_{un} / a_{2);}$ pies / seg (17 bis)

$B = (V_1\ V_2 - t_c\ a\ V_{1\ 2} - (a_1 / a_{2)} ((V^{2)}{}_2 - 2\ V_2\ V_{rel} + (V_{re\ l)}{}^{2)} / (1 - a_{un} / a_2 )$ (pies / seg) $^2$ (17 ter) El análisis para el análisis de prevención de accidentes en particular arroja los siguientes resultados:

$V_{11}$ = 28,5 m / s (19,4 mph), $V_{21}$ = 56,1 m / s (38,5 mph), $t_1$ = 3.08 seg, $t_2$ = 0,93 s; $t_R$ = 2.15 seg. La revisión gramatical se puede hacer mediante el cálculo del área trapezoidal con los parámetros calculados para ver si es igual a 28 m $^{2.}$ ¿El accidente se han evitado, si el conductor había reaccionado en 1,25 segundos? ¿Qué hubiera pasado si los frenos del tractor había sido fuera de reglaje?

3.10. COCHE está acelerando chocado por detrás

Vehículo 2 se retira de un camino y acelera al tráfico de la carretera cuando el vehículo es un $S_{1-2}$ pies detrás del vehículo 2 a una velocidad de $V_{1.}$ Un vehículo, pero los frenos traseros extremos del vehículo 2. La

impacto relativo $V_{rel}$ velocidad se conoce de daños por aplastamiento. Si la aceleración del vehículo 2 y una deceleración del vehículo, así como la velocidad del vehículo 1 se conocen, calcular el tiempo de reacción del conductor del vehículo 1.

La formulación del problema es similar a la Sección 3.9. El diagrama de velocidad-tiempo se ilustra en la Figura 11. El área bajo la V $_{una}$ línea menos el área bajo la línea de $_{V-2}$ tiene que ser igual a la distancia $_{S1-2}$ en el inicio del proceso de movimiento. En consecuencia, tenemos:

$$V_1 t_2 - (V_1 - V_{11)} t_1 / 2 - V_{21} t_2 /_2 = S_{02/01;} \text{ pies (18)}$$

Paso 4 ecuaciones son:

$V_1 - V_{11} = a\, t_1 1$; pies / seg

y: $V_{21} = a\, t_2 2$; pies / seg

La última ecuación es la siguiente: $V_{rel} = V_{11} - V_{21;}$ pies / seg

La ecuación 18 contiene cuatro incógnitas, que pueden ser resueltos mediante el uso de las otras ecuaciones, por ejemplo, para el $_{V11}$ velocidad del vehículo en un impacto como:

$$V =_{11} A / 2 - ((A /^{2)} 2 - B)^{0,5;} \text{ pies / seg (22)}$$

donde: $A = 2 (V_{rel} + V_1 + V_1\, a_2 / a_{1)} / (1 + a /_2\, a_{1),}$ m / s

$$B = (2V_1 V_{rel} + a_2 / a_1 (V_{1)}{}^2 +_{(Vrel)\,2} +_{2a2S1-2)\,/\,(1} + a /_2\, a_{1),} (m / s)^2$$

El lector debe darse cuenta de que los datos de entrada deben ser realistas. Por ejemplo, $V_1$ = 60 pies / seg, $V_{rel}$ = 20 pies / seg, $a_1$ = 22 m / s $^{2,}$ $_2$ = 6 m / s $^2$ y $S_{02.01}$ = 250 pies rendimiento $V_{11}$ = 55,9 m / seg. El tiempo de frenado es sólo $t_2$ = 0,186 seg. El tiempo de reacción del conductor, sería igual a 5,79 segundos para la distancia de aquí para allá 250 pies de separación para alcanzar en este problema.

## 3.11. Tractor-remolque carreras en motocicleta

Por la noche, una motocicleta sin luz trasera era posterior terminó con un tractor-remolque. El punto de impacto y las marcas de neumáticos de doble arrastre se muestra en la Figura 12. Sólo marcas de neumáticos de las llantas del remolque se produjeron. El registrador de datos electrónicos DDEC del camión mostró una velocidad de desplazamiento de 67 mph, como se muestra en la Figura 13.

Tenemos que determinar cuál es la eficacia de frenado del tractor-remolque fue, y si y bajo qué circunstancias el impacto podría haber sido evitado por el operador del camión.

El seguimiento de velocidad-tiempo producida por el DDEC se analiza en la Figura 14 para determinar que las desaceleraciones del tractor-remolque efectivamente producida. La pendiente de la línea de velocidad entre los puntos 1 y 2 es igual a:

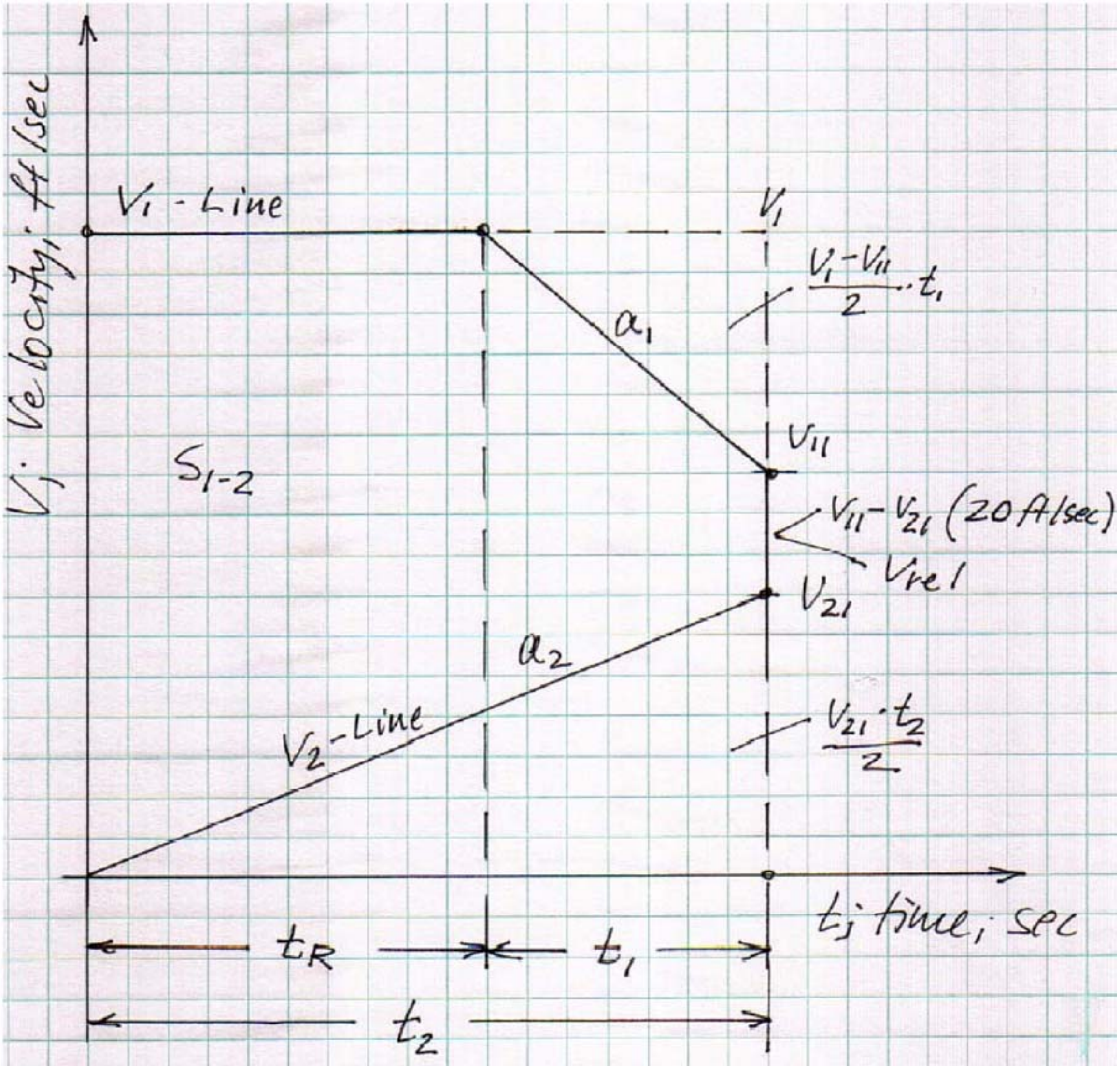



Figure 11 - Accelerating Vehicle Is Rear-Ended

Figure 12 - Semi / Motorcycle POI

**DDEC m Informes - Freno duro # 1**

**DDEC$^{m}$Reports - Hard Brake #1**

PrInt. Date: Jul_ 17, 2001 01:29 PM (MDT)

0etreit Diesel˙Allison

***Trip:*** 11/21/2Q00 Cc 07/1[7]/20˙01 (RST

Vehicle ID:

Driver ID:

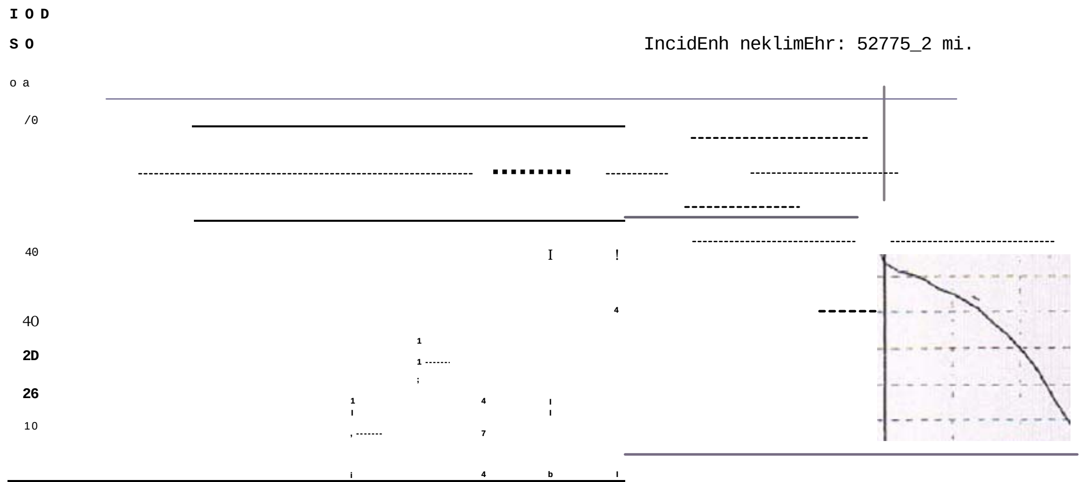
Odometer: 62775.4 ma

| | | | |
|---|---|---|---|
| Trip Distance | 62375,4 mi | Trip Time | 1505;07;43 |
| Trip Fuel | 10436.13 gal | Fuel Conumptiun | 6.58 galin |
| Fuel Ecenumy | 6.02 mpg | Idlft Time | |
| Avg Drive Load | 50 1 | Idle Percent | 31.14 I |
| Avg_vehicle Sued | 57.5 ph | Pilo. foal | 373.13.9a1 |

**TrIr.L Timm**, (15/96,21fl1 05r44,55 (FIST)

**Vehicle Speed (mph)**

IncidEnh neklimEhr: 52775_2 mi.



-1:00 -0,55 -0;i0 OLIS .0010 .035 -0:30 •0:25 -0:20

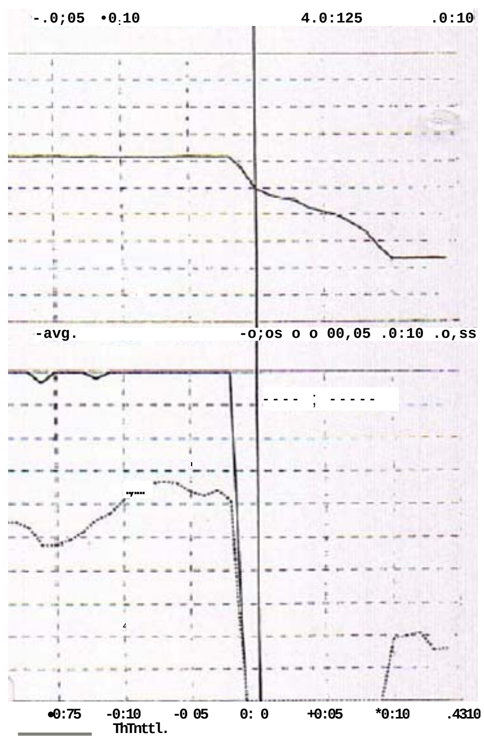
Engine RPM

2500
2250
2000
osa
ova
1:56
1000
750
400
250

1;00 0;54 61159 C45 -41410 -OM -4;1. 1 -11:20

Percent

100
4d
00
70
60
40
10
.19
.10




-1:00

Figure-13

drake

c' ReareAr/d5

-10a

-0:19

Clutch

*n.15

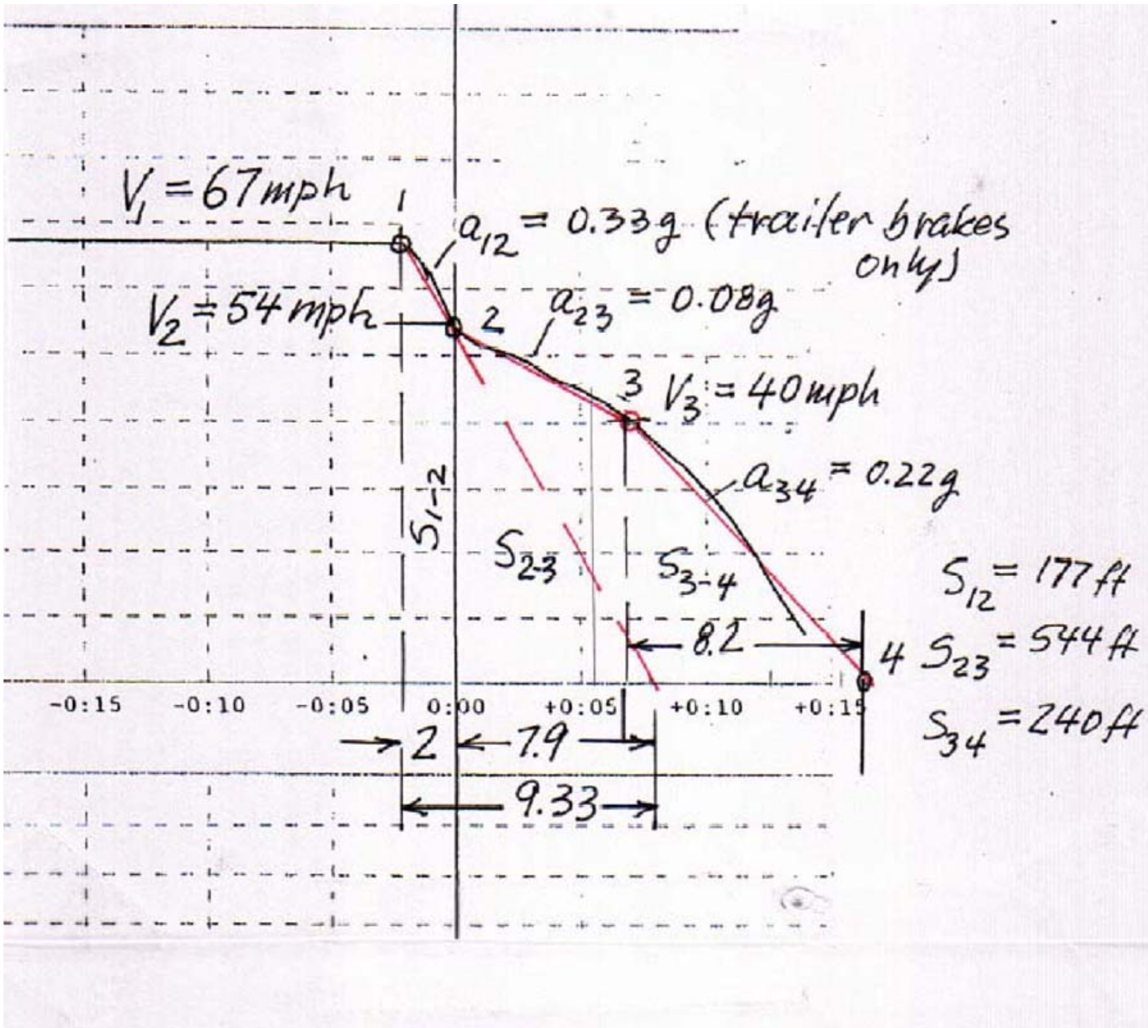



Figure 14 - Engine Data Analysis

$$un_{2.1} = (67)\ (1{,}466)\ /\ 9{,}33 = 10{,}52\ m\ /\ s^{2} \text{ o } 0.33g$$

La segunda 9.33 es el tiempo requerido por el camión si había llegado a una parada completa con una desaceleración 0.33g.

La desaceleración entre los puntos 2 y 3 es:

$$un_{3.2} = (54 - 40)\ (1{,}466)\ /\ (7{,}9) = 2{,}6\ m\ /\ s^{2} = 0.08g$$

La desaceleración entre los puntos 3 y 4 es:

$$un_{3.4} = (40)\ (1{,}466)\ /\ (8{,}2) = 7{,}15\ m\ /\ s^{2} = 0{,}22\ g$$

La inspección de las deceleraciones indica que nunca el camión producido desaceleraciones de conformidad con el pavimento seco autopista de aproximadamente 0,5 g. El conductor declaró que en un principio sólo se aplica los frenos del remolque más probable es consistente con las marcas de derrape de los neumáticos del remolque en la escena del accidente y de una desaceleración combinación de 0.33g. La distancia total recorrida durante las tres fases de deceleración diferentes se puede calcular la velocidad de las líneas como:

$S_{02.01}$ = (67 + 54) (1,466) (2) / (2) = 177 pies

$S_{03.02}$ = (54 + 40) (1.466) (7,9) / (2) pies = 544

$_{4.3}$ S = (40) (1.466) (8,2) = 240 pies

La distancia total de frenado se aplican a 67 mph hasta que el tractor-remolque se detuvo aproximadamente a $S_{total}$ = 961 pies a una deceleración de 0,5 g la distancia de frenado sólo habría sido de 300 pies Una conclusión obvia es que el conductor del tractor no utilizó los frenos de manera efectiva en detener / ralentizar su vehículo.

Para el análisis de nulidad de accidentes se supone una desaceleración de tractor-remolque de 0,5 g y una lámpara de cabeza distancia de iluminación de 150 m. La pregunta concreta que se plantea es: Con el camión que viaja a 67 mph, y una visibilidad de 150 pies, es lo que la velocidad mínima de la motocicleta para que el camión de frenado disminuye la velocidad de la motocicleta cuando se llega a la motocicleta.

Los diagramas de velocidad-tiempo tanto de los camiones y motocicletas se ilustra en la Figura 15. El diagrama refleja la línea de velocidad de camiones desde el inicio de reacción del conductor, hasta que se ha ralentizado la velocidad de la motocicleta. La línea de velocidad de la motocicleta es una línea recta a una velocidad desconocida.

El área bajo la línea de velocidad de camiones es la distancia de la camioneta $S_1$ de la reacción de comenzar hasta que haya alcanzado la velocidad de la motocicleta. El área bajo la línea de velocidad de la moto es de $_2$ la distancia S desde el inicio de la reacción de camiones del operador hasta que el camión está inmediatamente detrás de la moto ahora también viajando a la velocidad de la motocicleta. La ecuación de distancia de separación es la siguiente:

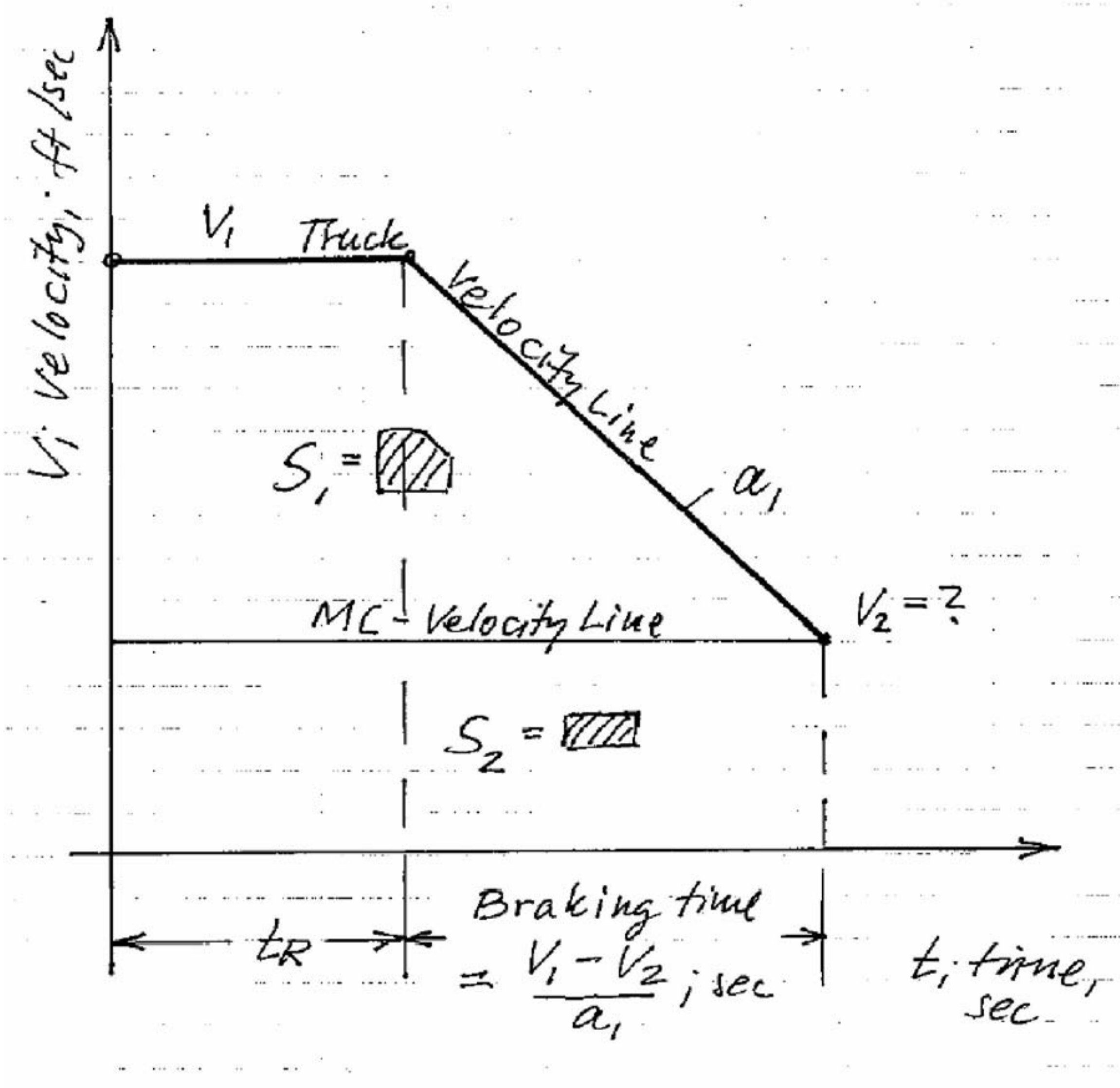



Figure 15 - Semi Rearends MC

$$V_1 t_R + ((V_1)^2 - (V_2)^2 / (2a_1) - (V_2 t_R + (V_2)(V_1 - V_2) / (a_1) = S_1 - S_2;$$ pies (23)

La solución de la ecuación 23 para la velocidad de los rendimientos de la motocicleta:

$$V_2 = A - (A^2 - B)^{0,5;} \text{ pies / seg } (24)$$

donde: $A = V_1 + {}_{a1tR;}$ pies / seg

$$B = (V_{1)})^2 + 2 \text{ bis}_1 \, t_R \, V_1 - 2 \text{ bis}_1 \, S_{1.2;} \text{ (pies / seg)}^2$$

La sustitución de un $_1$ = 16 m / s $^{2,}$ $V_1$ = 98 m / s, $t_R$ = 1,5 segundos y $S_{01.02}$ = 150 pies, se obtiene una velocidad de la motocicleta de $V_2$ = 48,8 m / s mph o 33.

Por lo tanto, podemos concluir que si la motocicleta viajaba a 33 kilómetros por hora, y todos los otros factores asumidos como, el accidente no habría ocurrido. Se aconseja al lector a desarrollar "Can-Stop" tabla como se ilustra en la Figura 16 mediante el uso de diferentes tiempos de reacción del conductor (accidente nocturno por lo general no tienen que ver con 1,5 segundos "normal" el tiempo de reacción del conductor) y las distancias de vista puede ser en realidad más que sólo 150 m. En la figura 16 el tiempo de reacción del conductor es $t_R$ = 1,5 segundos mientras que la distancia de visión fue variada. En el caso real de los testigos habían declarado que la velocidad de la motocicleta osciló entre 25 y 30 mph.

## 4.0. CONCLUSIONES

El método de diagrama de velocidad-tiempo cambia un problema de movimiento complejo en un problema de geometría simple, que conllevaban el cálculo de áreas.

El autor ha utilizado el diagrama de velocidad-tiempo con frecuencia formular con claridad un plan de solución a los problemas de movimiento complejo. Cuando sea necesario, los pasos básicos se explicó a los jurados que para comprender los fundamentos involucrados, sin embargo, sin ser arrastrado a la solución algebraica de ecuaciones de segundo grado. Hay muchos ejemplos utilizados en este trabajo se obtuvieron a partir de casos reales utilizados por el autor en el juicio.

Algunas veces el proceso de solución puede llegar a ser bastante complicada algebraicamente, sin embargo, se advierte al lector que implican siempre el paso 4 en el análisis. Memorización de algunas fórmulas no es necesario ya que rápidamente se pueden derivar de las formas geométricas simples.

## Referencias


1. Reconstrucción de accidentes de automóvil y Análisis de la causa por Rudolf Limpert, Lexis-Nexis, Bender Mateo, 5 ª edición, 1999.

2. Mechanik und Festigkeitslehre, Alfred Boege, Vieweg Autor (Alemania), 1974.

3. Freno de diseño y seguridad, por Rudolf Limpert, SAE Internacional, 2 ª Edición, 1999.

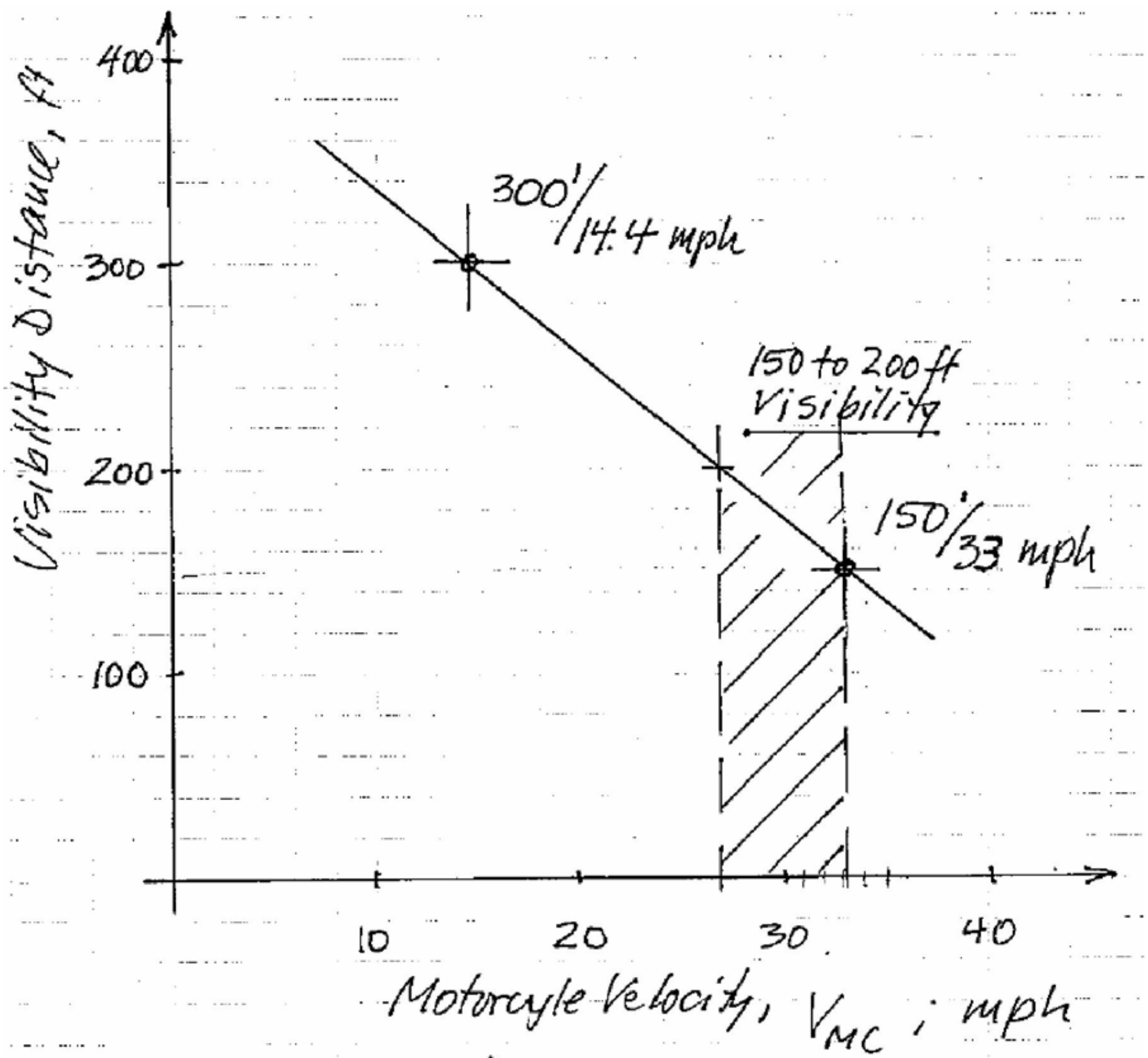



Figure 16 - "Can - Stop" Chart For Different Visibility ; $t_R$ = 1.5 sec

Referencias 1 y 3 se pueden pedir a los editores por visitar nuestro sitio web y hacer clic en "Publicaciones".

Problemas de práctica

1. ¿Cuáles son la velocidad inicial y aceleración de un automóvil que viaja a 19,7 m en el segundo y sexto en el 26,2 pies 11 segundos $^{a?}$ (12,5 pies / seg y 2,6 m / s $^{2).}$

2. Un vehículo se desplaza a una velocidad constante de 37.2 mph detrás de un vehículo más lento que viaja a 26 mph. Si la distancia de separación inicial es 1312 pies, la cantidad de tiempo y la distancia hace el coche más rápido necesita antes de que llegue el vehículo más lento? (80 seg y ft 4373)

3. Un tren que viaja a 44.7 mph sufre un retraso de 3 minutos, ya que temporalmente tiene que reducir su velocidad a 11.2 kilómetros por hora en una zona de construcción. Desaceleración y aceleración son 0,66 y 0,33 $^{2}$ pies / seg, respectivamente. ¿Por cuánto tiempo es la zona de construcción? (2091 pies)
4. El conductor ve a una velocidad de 30 mph señal de límite cuando es de 164 pies de distancia. Para una velocidad inicial de 50 kilómetros por hora, calcular la distancia de frenado y desaceleración. (2,8 s, 9,9 m / s $^{2)}$
5. Tráfico en una autopista había llegado a una parada completa, debido a las condiciones de nieve. Un semi-había dejado a varios metros detrás de una camioneta. Cuando la camioneta comenzó a moverse, el conductor semi preparados para empezar a moverse, cuando fue chocado por detrás por otra semi. Formular el problema de movimiento con el objetivo de estimar la distancia mínima de la semi había detenido detrás de la furgoneta. Asumir el mismo peso para las semifinales, y las condiciones de hielo carretera. Que los parámetros de la escena de accidentes debe estar disponible?
6. Un autobús viaja a 25 millas por hora en tráfico lento. El coche en frente de ella es de 30 pies de distancia, también viaja a 25 mph. El coche de repente frena en seco la desaceleración en 0.85g. El autobús sale en la parte trasera del coche a 10 mph. El conductor del autobús se aplica los frenos a 1,2 segundos después de que las luces de freno del coche se encendió. Opina sobre el estado mecánico de los frenos del autobús?
7. Dos coches circulan a 65 kilómetros por hora en el mismo carril. Los frenos del coche de cabeza de repente a 0,8 gramos. El segundo coche no frena y la parte trasera del coche los fines de plomo. La velocidad relativa en el impacto es de 20 mph. ¿Cuál fue la distancia de separación en el momento de llevar el coche empezó a frenar?
8. Un coche acelera de una señal de alto y viaja 70 pies entre el segundo tercero y quinto. Al final del quinto segundo el coche de lado los impactos otro coche a 13 mph. ¿Cuál fue la aceleración del coche y lo hizo detenerse en la señal de stop?