



! "#\$%&'()*\$*+',)-. / 0\$ 1 2 3 4\$
-+',)-. / : ; < => ?#) @ ?\$
I + \$& J J / (= . K) = . # \$

5 6 2 \$ 7 8 9 % \$
A B C D E \$ C F 7 G H 8 9 D \$

! "#\$%&' (&%)\$*+, *"- ' . - / ! " - , & - , ' 0 \$ & . 1'

4 = \$(=.) = -(,) \$L / ? = -)' (=MSN)' @ \$J' & L) K) = . \$(= \$& \$- L : // '\$ / '\$K) = . & '\$:) & ' . : G / " () = .) @ \$ -) .. (=MS?=@) "\$. :) \$ @ (") L . (/ = \$ / NS & = \$ & J J " / ,) @ \$ / = G - (.) \$L' (= (L & '\$ - ? J) " , (- / " \$ & - \$ O) '\$ & - \$ & \$ K) K P) " \$ / NS . :) \$ J " / M " & K SN & L ? ' . + \$ / = \$ L & K J ? - # \$ * . ? @) = . - \$ K & + \$ ") J & . \$L / ? " -) \$? = . ('\$. :) + \$: & ,) \$ - ? LL) -- N ? ' + \$ & LL " ?) @ \$ (= .) " = - : (J \$: / ? " - \$ =) L) -- & " + \$. / \$ K)) . \$ L / ? " -) \$ ") Q ? (") K) = . - # \$ 5 & + \$ P) \$ ") J & .) @ \$ N / " \$ & @ @ (. / = & ' \$ L') @ (. 0 \$? J \$. / \$; 7 \$ -) K) - .) " \$: / ? " - # \$ R :) \$ (= .) " = - : (J \$ (- \$ (= .) = @) @ \$. / \$ ") N') L . \$. :) \$ L / K J ") :) = - (,) \$ O / " > \$) S J " () = L) \$ / NS & \$ J " / N) -- (/ = & ' \$ L / ? = -) / " \$ & J J " / J " (& .) \$. / \$. :) \$ @) - (M = & .) @ \$ J " / M " & K \$ & ") & # \$ * . ? @) = . - \$ & ") \$ ") Q ? (") @ \$. / \$ L / K J ') .) \$ & \$ - ? J) " , (-) @ \$ (= .) " = - : (J \$ / NS H 8 8 \$ L' / L > \$: / ? " - \$. : & \$ (- \$ P) M ? = \$ & N .) " \$ - ? LL) -- N ? ' \$ L / K J ') . (/ = \$ / NS . :) \$ - . ? @) = . T - \$ J " & L . (L ? K \$ A 3 4 3 U 6 2 \$ 7 8 8 D \$ * . & = @ & " @ \$ V V V # \$ % # E # \$ 4 \$. / . & ' \$ / NS 7 W 8 \$ @ (") L \$ -) " , (L) \$ O (: \$ L' () = - \$ & J J " / J " (& .) \$. / \$. :) \$ J " / M " & K \$ / NS - . ? @ + \$ (- \$ ") Q ? (") @ # \$ * . ? @) = . - \$ K ? - . \$ - ? P K (. \$ J " / NS / NS J " / N) -- (/ = & ' \$ (= - ? " & = L) \$ A 4 3 4 \$: & - \$ " - / ? " L) - \$ N / " \$. : (- E \$ & = @ \$ L') & ") @ \$ P & L > M " / ? = @ \$ L :) L > - \$ P) N / ") \$ P) M (= (= MS & = + \$ & L . (/ = - \$ A . / \$ (= L' ? @) \$ L / ? = -) ' (= M E \$ & . \$ + / ? " - (.) # \$ 4 ' \$ - . ? @) = . - \$ & ") \$ ") Q ? (") @ \$. / \$? J : / ' @ \$. :) \$ 4 3 4 T - \$ 6 . : (L & ' \$ * . & = @ & " @ - # \$

! "#\$%&' (" #) * % * + &) ' * , - (% * . + / \$) . \$ " O +) \$ + " / / \$) I " (+) 2 + 3 - / " \$ # 0 - * # + & 4 " % \$ +

! \$& / * , ' 2 " # \$ ' 3 - \$ ' 4 5 & - , ' 6 # * / & 4 * - & % ' !

! "#\$%&' (\$ \$ (%)) * # & " + ,) ' - ' # . # / ' 0 % 1 / ' + ' 2 - \$ # (' / # 1 2 - ' / 2 \$. 1 , 3 # \$ - % 4 ' 2 - \$ # + % \$ - # & " + ,) ' - ' # 5 # + 1 2 1 + % + # " (# 6 7 7 # . " % / \$ # " (# \$ % , ' / 8 1 \$ ' 4 # , / 5 & - 1 & ' # 4 1 5 9 2 " \$ 1 2 9 # 5 2 4 # - / ' 5 - 1 2 9 # + ' 2 - 5) # 4 1 \$ " / 4 ' / \$ # " 8 " / # 5 # + 1 2 1 + % + # " (# - : " # \$ ' + ' \$ - ' / \$; #
!" < % 4 ' 2 - \$ # , / " 8 1 4 1 2 9 # 2 4 ' / # = 7 7 # . " % / \$ # " (# \$ % , ' / 8 1 \$ ' 4 # , / 5 & - 1 & ' # : 1 - . 1 2 # - . ' # \$ ' + ' \$ - ' / 3 # \$. 5)) # > ' # ' 2 / ")) ' 4 # (" / # = # & / ' 4 1 - # . " % / # : 1 - . # 1 2 \$ - / % & - " / # , ' / + 1 \$ \$ 1 " 2 ; #
!" < % 4 ' 2 - \$ # , / " 8 1 4 1 2 9 # 2 4 ' / # ? 7 7 # . " % / \$ # " (# \$ % , ' / 8 1 \$ ' 4 # , / 5 & - 1 & ' # : 1 - . 1 2 # - . ' # \$ ' + ' \$ - ' / 3 # \$. 5)) # > ' # ' 2 / ")) ' 4 # (" / # ? # & / ' 4 1 - # . " % / \$ # : 1 - . # 1 2 \$ - / % & - " / # , ' / + 1 \$ \$ 1 " 2 ; #
!" < % 4 ' 2 - \$ # , / " 8 1 4 1 2 9 # 5 , , / " @ 1 + 5 - ') * # A 7 7 # . " % / \$ # " (# \$ % , ' / 8 1 \$ ' 4 # , / 5 & - 1 & ' # : 1 - . 1 2 # - . ' # \$ ' + ' \$ - ' / 3 # \$. 5)) # > ' # ' 2 / ")) ' 4 # (" / # A # & / ' 4 1 - # . " % / \$ # : 1 - . # 1 2 \$ - / % & - " / # , ' / + 1 \$ \$ 1 " 2 #

7&8#*\$&/'9 .,&\$*.4%

!"

!

;E

#2"/N)--(/=&'\$.&=@&"@-\$(=L'?@)\$&\$L/'')L.(/=/\$/N\$')M&'\$&=@\$).:(L&'\$
)SJ)L.&.(/=-\$/N\$J"/N)--(/=&'-\$(\$=. :)\$N('@#Y/"\$(-.&=L)0\$&=+\$P):&,(/"\$.:&.\$O/'?@\$")-?'\$.(\$=SP)(=MS-?)@\$
 N/"\$).:(L&'\$,(/'&.(/=-0\$J"/-)L?.)@\$N/"\$,(/'&.(/=\$/N\$.&.&?.)-0\$/"\$'/--\$/N\$)KJ'+K)=.SN/"\$N&('=MS./\$N/'/'/O\$
 O/">J'&L)\$J/'(L+\$O/'?@\$")-?'\$.(\$=L/'?")\$N&('?)#Y?" :)"0\$,(/'&.(/=\$/N\$. :)\$?=(,)"-(.+\$:/="/\$L/@)\$O/'?@\$
 &'-\$/SP)\$M"/?=@-N/"\$&\$N&('=M\$M"&@)#\$

7E

*.?@)=-.\$O(''\$K&(=.&(\$&=@\$-?PK(.\$&\$'/M\$@).&('=MS. :)\$:/?'-\$
 &LL?K?'&.)@\$/\$N\$@(")L.\$&=@\$(@(")L.\$-)",(L)-\$&=@\$(M=)@\$P+\$. :)("\$-.)\$-?J)",(-/"#\$6&L:\$-?.?@)=\$K?-.\$
 L/KJ').)\$\$. :)\$=?KP)"\$/\$N\$-(.)\$:/?"-\$&=@\$@(")L.\$:/?"-0\$. : &.\$&")\$)Q?("@)\$N/"\$. :)\$=?KP)"\$/\$N\$")@(-.\$: &.\$
 . :)+\$")M(-.)@\$N/"\$A&\$K(=(K?K\$/\$N\$;88\$./.&'\$:/?"-\$(=L'?@=(M\$&\$K(=(K?K\$/\$N\$W8\$

!
!

FE X\$RO/\$A E\$-)--(/=\$."&=-L"(J.-\$b\$(#)#0\$,)"P&.(K\$")L/"@-\$/N\$L/?=-)'(=M\$-)--(/=-\$b\$&"\$)Q?("")@\$
/N\$)&L:\$-.?@)=.X\$&\$K(@G.)"K\$. "&=-L"(J.(/\$A; 8G; 7\$K(=?.)-E\$&=@\$&\$N(=&'\$. "&=-L"(J.(/\$A; 8G; 7\$K(=?.)-E#

*.?@)=-.\$O:/\$>=/O\$.:)+\$O(''P)\$&P-)=.\$K?-.SL/=.&L\$.:)"\$(-."?L./"A-E\$J"/"\$./\$.:)\$N("-.SL'&--\$K)).(=M\$./\$)
SJ'&(=\$.:)"\$&P-)=L)\$&=@\$)Q?)-../\$")K&(=\$)=/"')@\$(\$.:)\$L/?"-)#\$

*.?@)=-.\$- : /?'@\$)SJ)L.\$")-J /=-)-.\$./\$)K&('-\$O(.:(\$7WGWBS: /?"-#VNS+ / ?\$: & ,)\$=/.\$")L)(,)@\$&\$")-J /=-)\$
O(.:(\$.:(-.\$.(K)\$N"&K)0\$J')&-)\$)K&('\$&M&(=\$&-V\$K&+\$: & ,)\$=/.\$")L)(,)@\$.:)\$J"/"\$")-J /=-)#\$

*.?@)=-.\$- : /?'@\$)SJ)L.\$N))@P&L>\$ /=\$&--(M=K)=-.\$O(.:(\$/=)\$O))>\$/N\$@?)\$@&.)\$)SL)J.\$O:)=\$N&L?''+\$
J"/ ,(@)-\$=/.(N(L&.(/=\$, (&\$&== / ?=L)K)=.\$/N\$&\$@ (NN)"=.\$.(K)'(=\$)#\$

2')&-)\$-))\$.:)\$3 /@)\$/N1

!



H# 6 , &'?&.(/= \$/NS. :)\$-.?@)=.T-\$L/?=-)'(=M\$J)"N/"K&=L)\$\$. : "/?M: /?.\$. :)\$(=.)"=- : (J0\$(=L'?@=(M\$@/L?K)=.&.(/= \$/NS&\$N/"K&'\$) , &'?&.(/= \$&N.)"\$\$. :)\$-.?@)=.L/ KJ'.)-\$. :)\$(=.)"=- : (J\$P+\$&\$J"/M"&K\$N&L?'+\$K)KP)"\$(= \$L/?=-?'&.(/= \$O(. : \$. :)\$-(.)\$-?J)" , (-/"#\$

!
!

c : &.\$(-\$@(-L?--)\$O(. : (=M"/?J\$-?J)" , (-(/=\$")K&(-\$O(. : (= \$. :)\$M"/?J\$&=@\$(-\$^ f R\$@(-L?--)\$/?.-(@)\$\$. :)\$ L'&--"//K#\$*?.?@)=.-\$=)\$@\$. / \$N))'\$. : &\$. :)+\$&")\$&P')\$. / \$N))'+\$@(-L?--\$(\$M"/?J\$-?J)" , (-(/=\$P/. : \$. :)\$ -?LL)---\$&=@\$. :)\$."(&'-\$\$. :)+\$)SJ)"(=L)\$O(. : \$. :)("\$L'()=-.\$&=@\$O(. : \$. :)("\$=)O'+G@) ,)'/J(=M\$-?J)" , (-/"+\$)'&.(/= - : (J-#SV.\$(-\$)SJ)L.)@\$. : &\$. :)\$-.?@)=.-\$O(''\$: /=/"\$. :)\$J" , &L+\$/NS. :)("\$J)"-\$&-\$O)'\$&-\$\$. : &\$. /NS. :)("\$ L'()=-.#\$

!

- $V = \frac{1}{\omega} \left[\frac{1}{L} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{\omega L} \right) \cos(\omega t - \phi) - \frac{1}{\omega L} \sin(\omega t - \phi) \right]$
- $C' \frac{1}{\omega} \left[\frac{1}{R} \cos(\omega t - \phi) - \frac{1}{\omega R} \sin(\omega t - \phi) \right]$

$H I J = - - G, 5$

-

- $3 \&-) \$2") -) = . \& . (/ = \H
- $p^* \vee 1 \wedge 6 ! \$\% / ? " \$1 / M - \$N / " \$ c)) > - \$FGB \$ @ ?) \$P + \$ 5 \& " L : \$7C " \$ \& . \$$
; ; XCDJK
- $R " \& = - L " (J . (/ = \$q ; \$ \& = @ \$ (= @ (, (@ ? \& ' \$ - ? J) " , (- (/ = \$O (. : \$! " \# \$ * + ' ,) - . - /$

- $3 \&-) \$2") -) = . \& . (/ = \F

- $3 \&-) \$2") -) = . \& . (/ = \B

-

4-\$.:)\$L?'K(=&.(=M\$&L.(,.(.)-\$(=.\$.:)\$L/?=-)'(=M\$J"/M"&K0\$2"&L.(L?K\$&=@\$V=.)"=-:(J\$")Q?("\$)\$-?.?@)=.-.\$./\$
@)K/=-."&.)\$.:)\$L?K?'&.(,.)\$>=/O')@M)\$P.&(=@\$&=@\$J"&L.(L&'\$->('-\$@),)' /J)@\$.: "/?M: /?.\$.:)\$L?""(L?'?K\$
/N\$-?.?@+#\$ c (.:\$. :&.\$(\$K(=@0\$-?.?@)=-.\$)="/')@\$(=.\$.:)-)\$L/?"-)-\$&")\$&--)--@\$/= \$-.&=@&"@-\$")'&.)@\$./\$&'\$/N\$
.:)\$3 4 3U62\$3 /")\$ f P')L.(,.)-\$&=@\$* J)L(&' .+\$4")&-#\$R:)-)\$=(L'?@)X\$

!" ?;N;=0#P/"('\$1"25)#D"%2\$')129#Q/1'2-5-1"2#524#R-.1&5)#P/5&-1&'"

!" ?;N;?0#<"&15)#524#D%)-%/5)#S 18'/\$1-*"

!" ?;N;A0#T% + 52#U/" : -. #524#S '8')", + '2-"

!" ?;N;K0#

*.?@)=-.\$- : /?'@&\$-J(")\$./L/= @?L\$. :)K-)' ,)-\$(=\$&\$K&==)"\$. : &.\$(-L/= -(-.)=\$O(. : \$. :)\$: (M:)-.\$@M"))\$/N\$
) . : (L&'\$(=.)M"(. +\$(=\$&' '\$K&..)"-\$&-\$/?'.'(=@\$P+\$. :)\$")-J)L.(,)\$. : (L&'M?(@)'(=)-#R:)\$O/">\$+ / ?\$O(''\$@/\$(\$
. : (-L/?"-)\$(-\$-?P)L.\$./\$. :)\$* .?@)=\$% /="/\$3 /@)\$/N\$. :)\$3 /@)\$/N\$* .?@)=\$U(M: .-\$&=@\$U)-J /=- (P'(.(.)-\$&=@\$
. :)\$3 /''M)\$/N\$%)&' . : \$&=@\$% ?K&=\$*") , (L)-\$3 /@)\$/N\$6 . : (L-\$R: (-\$* .?@)=\$% /="/\$3 /@)\$r. :)\$S% /="/\$3 /@)st\$
(-\$&\$L/ K K(.K)=\$P+\$. ?@)=-.\$/N\$

/"(M(=0\$&M)0\$@(-&P'(.+0\$- /L(/G

